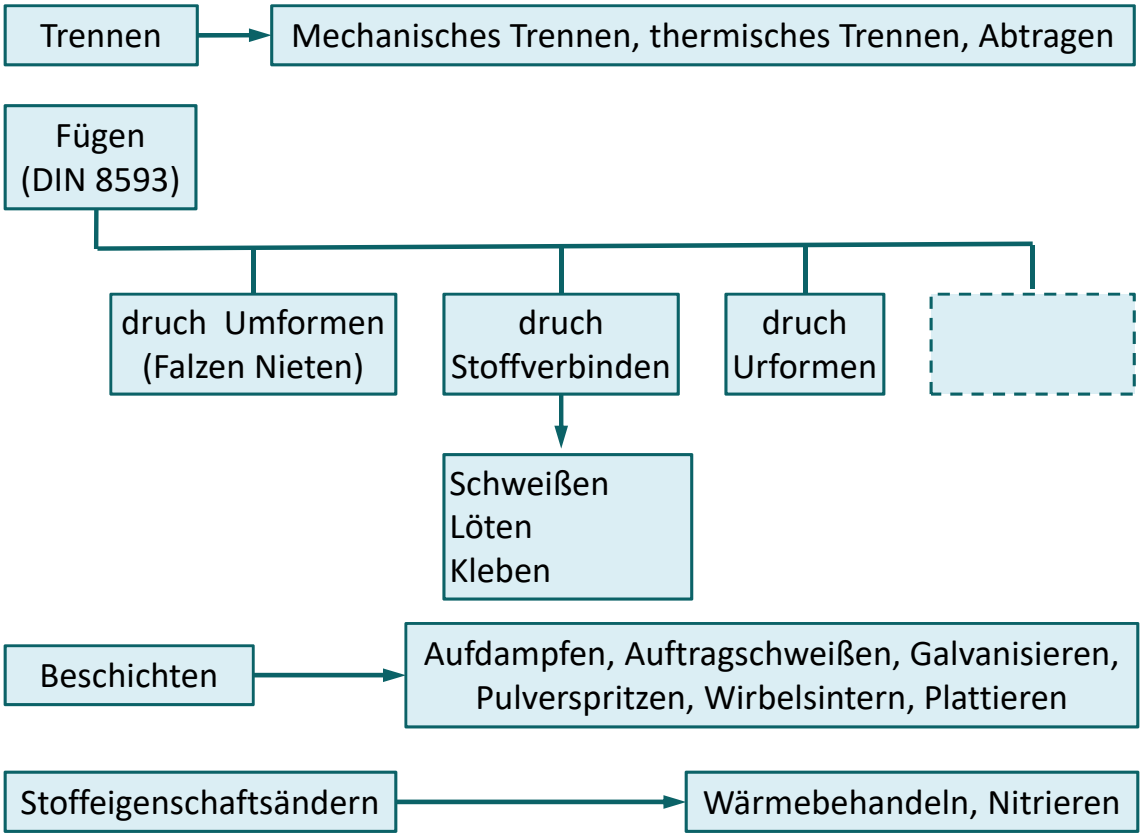
Schweißverfahren

Fertigungsverfahren nach DIN 8580

- Urformen → Gießen, Sintern
- Umformen (DIN 8582)
  - Druckumformen (DIN 8583)
    - Walzen
    - Freiformen
    - Gesenkformen
    - Eindrücken
    - Durchdrücken
    - Strang-pressen
  - Zugdruckumformen (DIN 8584)
    - Durchziehen
    - Gleit- und walzziehen
    - Tiefziehen
    - Drücken
    - Kragenziehen
    - Knickbauchen
  - Zugumformen (DIN 8585)
    - Tiefen
    - Weiten
    - Langen
  - Biegeumformen (DIN 8586)
    - Biegerunden mit geradliniger und drehender Werkzeug-bewegung
  - Schubumformen (DIN 8587)
    - Verschieben
    - Verdrehen

Fertigungsverfahren nach DIN 8580



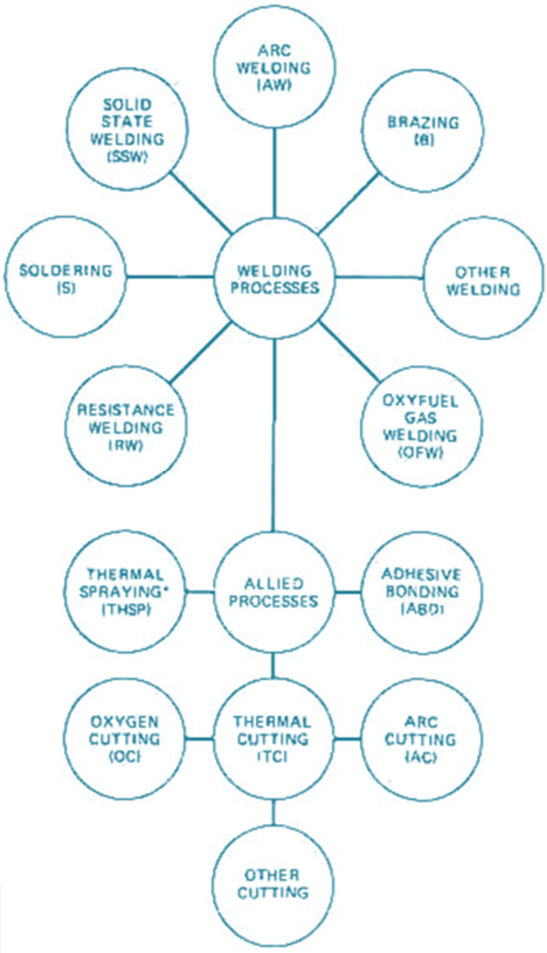
Fertigungsverfahren

1. Urformen
   1. Gießen
   2. Sintern
   3. Sprühkompaktieren
2. Umformen
   1. Druckumformen (DIN 8583)
   2. Zugdruckumformen (DIN 8584)
   3. Zugumformen (DIN 8585)
   4. Biegeumformen (DIN 8586)
   5. Schubumformen (DIN 8587)
3. Trennen
   1. Zerteilen (DIN 8588)
   2. Spanen mit geometrisch bestimmter Schneide (DIN 8589-0)
   3. Spanen mit geometrisch unbestimmter Schneide (DIN 8589-0)
   4. Abtragen (DIN 8590)
   5. Zerlegen (DIN 8591)
   6. Reinigen (DIN 8592)
   7. Evakuieren
4. Fügen (DIN 8593)
   1. Zusammensetzen
   2. Füllen
   3. An- und Einpressen
   4. Fügen durch Urformen
   5. Fügen durch Umformen
   6. Fügen durch Schweißen
   7. Fügen durch Löten
   8. Kleben
   9. Textiles Fügen
5. Beschichten
   1. Lackieren
   2. Verchromen
6. Stoffeigenschaften ändern
   1. Verfestigen durch Umformen:
   2. Wärmebehandeln (EN 10053)
   3. Thermomechanisches Behandeln
   4. Sintern und Brennen
   5. Magnetisieren
   6. Bestrahlen
   7. Photochemische Verfahren (Belichten)

Gruppierung der Verbindungsverfahren

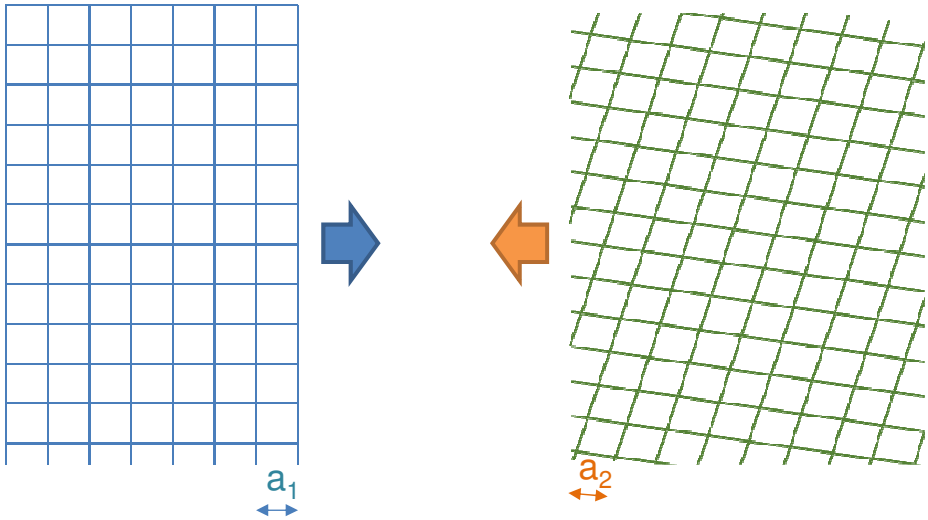
- Verbindungen
  - Formschluss
    - Keil-, Bolzen-, Nietverbindung
    - Wellenverbindungen
    - Bauteile für Einstellen der Position
    - Schnalzen-, Spann- und Klemm-verschlüsse
  - Reibverschluss
    - Flansch- und Schraubenverschlüsse
    - Gepresste Wellenverbindungen mit oder ohne flexiebelen Zwischenteilen
  - Schluss durch Material
    - Schweißverbindungen
    - Lötverbindungen
    - Klebeverbindungen

AWS master chart



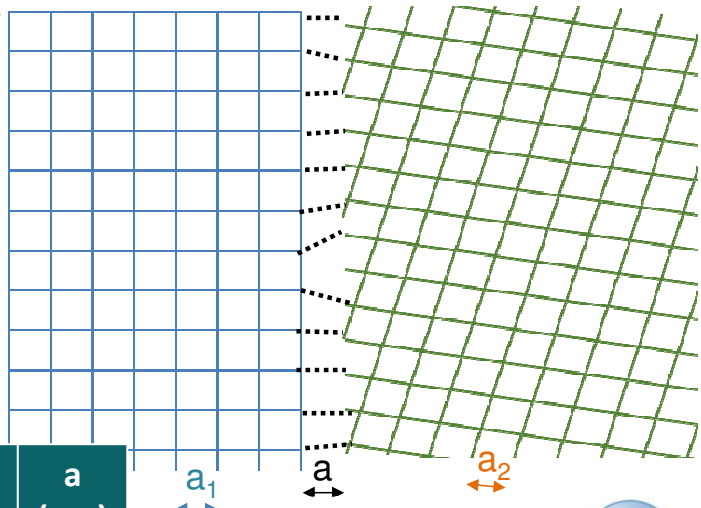
- Ziel: Herstellung von primäre Metallbindungen zwischen der Bauteile, koherente Verbindung
- Warum? Die größte Ingenieurkonstruktionen sind geschweißt, bestehen aus Halbprodukte (einfachere = wirtschaftliche Herstellung) und / oder kann nicsht hergestellt / transportiert werden…..

- Ziel: Herstellung von primäre Metallbindungen zwischen zwei oder mehrere Bauteile, koherente Verbindung

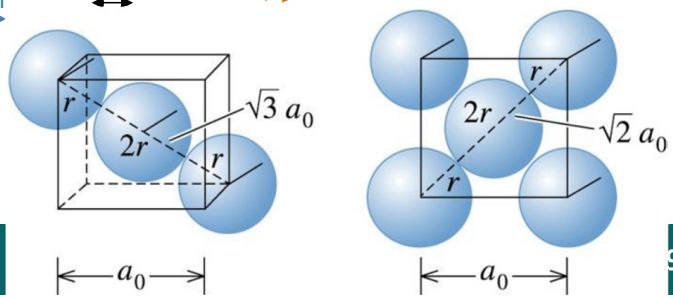


Die Atome an der Oberfläche müssen in Gitterparameter Distanz gebracht werden

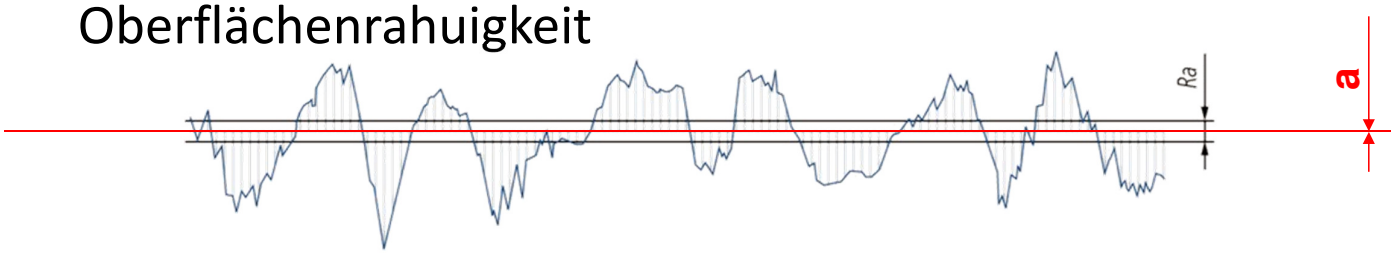
- Ziel: Herstellung von primäre Metallbindungen zwischen zwei oder mehrere Bauteile, koherente Verbindung



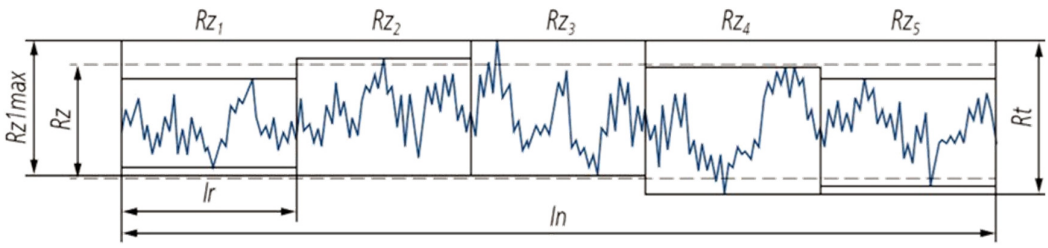
Számított atomsugarak (pm) (10^{-12}m)		a (pm)
Fe	156	1081
Ni	149	843
Cu	145	820
Al	118	668



Oberflächenrahuigkeit



	Ra (µm) (10^{-6}m)	Ra (nm)
Gleilager	≤ 0,8	800
Polieren (leppelés)	0,01 … 0,2	10...200



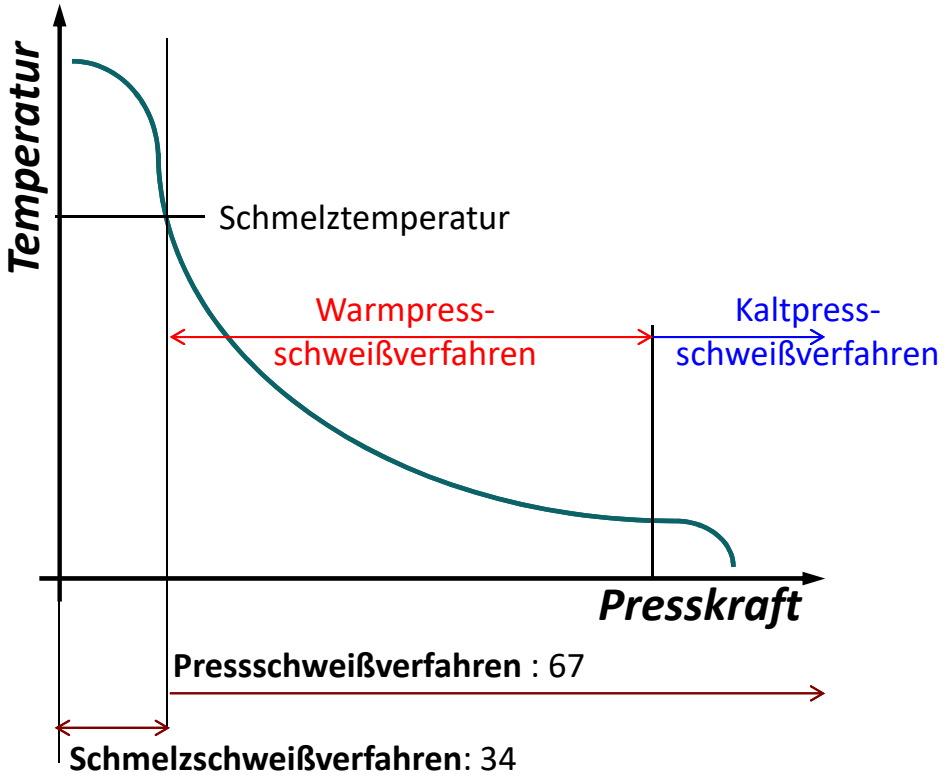
~ 1 nm sollte sein, auf der ganze Oberfläche!

Oberflächenrauhigkeit zwischen Bauteilen zu Überwinden

Möglichkeiten:

- Weitere Ultrapräzisionsbearbeitung - sehr umständlich = sehr teuer! £ $ € (und auch überflüssig, denn die werden nicht arbeitende Oberflächen)
- Umformtechnologien
- Diffusion
- Schmelzen

Gruppierung der Schweißverfahren



Schweißbarkeit

Schweißbarkeit eines Stahles ist die Geeignetheit:

- für gegebene Anwendung
- mit bestimmte Schweißparameter
- mit bestimmte Schweißzusätze

wir aus denen solche Konstruktionen herstellen können, indem die metallische Verbindungen - mit deren Auswirkung auf die ganze Konstruktion - die gewünschte Anforderungen erfüllen.

Faktoren der Schweißbarkeit

Bestimmende Faktoren:

- chemische Zusammensetzung
- Herstellungsprozess: nur beruhigter Stahl
- Wärmebehandlungszustand: normalisiert, nachträglich Wärmebehandeln

Einflußfaktoren:

- Materialdicke, Geometrie, Größe, Durchschnittänderung
- Spannungskonzentrator-Stellen
- Nahtausstattungen
- Herstellbarkeit
- Betriebsbedingungen

Schmelz-schweißverfahren

Aktueller Stand der Normen für das Schmelzschweißen

Qualitätsanforderungen für das Schmelzschweißen

	DIN EN ISO 3834-1 bis -5, DIN FB CEN ISO/TR 3834-6

Lichtbogenschweißen

	Stahl	Aluminium
Einteilung der Werkstoffe	CEN ISO/TR 15608, 20172; ISO/TR 20173, 20174	
Empfehlungen zum Schweißen	DIN EN 1011-1 (ISO/TR 17671-1)	
	DIN EN 1011-2, -3	DIN EN 1011-4
Temperaturmessung	DIN EN ISO 13916	
Schweißerprüfung	DIN EN 287-1, DIN EN ISO 9606-1; DIN EN ISO 9606-2	
Bedienerprüfung	DIN EN ISO 14732	
Schweißaufsicht	DIN EN ISO 14731	
Schweißanweisung	DIN EN ISO 15609-1, -2, -6	
Qualifizierung von Verfahren	DIN EN ISO 15607, 15610, 15611, 15612, 15613	
	DIN EN ISO 15614-1	DIN EN ISO 15614-2, -4
Kalibrieren, Validieren, Verifizieren	DIN EN ISO 17662	
Wärmebehandlung	DIN EN ISO 17663, DIN EN 10052	

Unregelmäßigkeiten, Schweißnahtvorbereitung

Gruppen Schmelzschweißen	DIN EN ISO 5817 + Ber.1	DIN EN ISO 10042
Gruppen Strahlschweißen	DIN EN ISO 13919-1	DIN EN ISO 13919-2
Thermisches Trennen	DIN EN ISO 9013	
Nahtvorbereitung	DIN EN ISO 9692-1, -2, -4	DIN EN ISO 9692-3
Verbindungselemente Druckbeanspruchte und Nicht innendruck-beanspruchte Bauteile	DIN EN 1708-1, DIN EN 1708-2, DIN EN 1708-3 DIN 2559-2, DIN 2559-3, DIN 2559-4	
Geometrische Unregelmäßigkeiten Schmelz-, Preßschweißen	DIN EN ISO 6520-1,- 2	
Geometrische Unregelmäßigkeiten Thermische Schnitte	DIN EN 12584 (ISO 17658)	
Bez.-System Unregelmäßigkeiten	DIN ISO/TS 17845	
Schweißbarkeit	DIN FB ISO/TR 581	

Lichtbogenschweißeinrichtungen, Arbeitsschutz

Schweißstromquellen	DIN EN 60974-1, -2, -3, -4
Drahtvorschubgeräte, Brenner, Stabelektrodenhalter, Steckverbinder für Schweißleitungen	DIN EN 60974-5, -6, -7, -8, -9, -11, -12,- 13
Rohrleitungen, Gasschläuche, Anschlüsse, Manometer	DIN 2403; DIN EN 560, 561, 1256; DIN EN ISO 2503, 3821, 5171, 7291, 14113, 10462
Gebrauchsstellenvorlagen, Brenner	DIN EN 730-1, -2; DIN EN ISO 9012
Schutzkleidung, -handschuhe	DIN EN ISO 11611, DIN EN 12477
Augenschutz	DIN EN 169, 175, 379
Schweißvorhänge	DIN EN 1598 (E DIN EN ISO 25980)
Umwelt-Checkliste	DIN EN 14717
Luftreinigungssysteme	DIN EN ISO 15012-1, -2
Schweißrauche Laborverfahren	DIN EN ISO 15011-1 bis –5; DIN CEN ISO/TS 15011-6
Schweißrauche Probennahme	DIN EN ISO 10882-1, -2

Zerstörungsfreie Prüfungen

Qualifizierung Personal	DIN EN ISO 9712
Regeln für ZfP	DIN EN ISO 17635
Sichtprüfung	DIN EN ISO 17637
Durchstrahlungsprüfung	DIN EN ISO 17636-1, -2
Ultraschallprüfung	DIN EN ISO 17640
Eindringprüfung	DIN EN ISO 3452-1, -2, -5, -6
Magnetpulverprüfung	DIN EN ISO 17638
Wirbelstromprüfung	DIN EN 1711 (E DIN EN ISO 17643)
Härteprüfung	DIN EN ISO 9015-1, -2
Beugungslaufzeitprüfung (TOFD-Verfahren)	DIN EN ISO 10863, 15626, 16827
Phased Array	DIN EN ISO 13588, DIN EN 16018

Zerstörende Prüfungen

Querzugversuch	DIN EN ISO 4136
Längszugversuch SG	DIN EN ISO 5178
Kreuzzugprüfung	DIN EN ISO 9018
Biegeprüfung	DIN EN ISO 5173
Bruchprüfung	DIN EN ISO 9017
Kerbschlagbiegeversuch	DIN EN ISO 148-1, DIN EN 875, DIN EN ISO 9016
Härteprüfung	DIN EN ISO 9015-1, -2
Mikro- und makroskopische Untersuchung	DIN EN ISO 17639
Ätzungen für Mikro- u. makroskopische Unters.	DIN V 1739, DIN CEN ISO/TR 16060
Heißrissprüfverfahren	DIN EN ISO 17641-1, -2, -3
Kaltrissprüfverfahren	DIN EN ISO 17642-1, -2, -3, DIN FB ISO/TR 17844
Bestimmung Ferritanteil	DIN EN ISO 8249

Annahmekriterien für ZfP

	Stahl	Aluminium
VT	DIN EN ISO 5817	DIN EN ISO 10042
RT	DIN EN ISO 10675-1	DIN EN ISO 10675-2
UT	DIN EN ISO 11666, DIN EN ISO 23279, DIN EN ISO 22825, DIN EN 15617	
PT	DIN EN ISO 23277	
MT	DIN EN ISO 23278	
HT	DIN EN ISO 18265	

Schweißzusätze

Allg. Produktnorm	DIN EN 13479
QS-Anforderung für Herstellung	DIN EN 12074
Techn. Lieferbed.	DIN EN ISO 544
Richtlinien zur Beschaffung	DIN EN ISO 14344
Prüfverfahren & QS	DIN EN 14532-1, -2, -3 DIN EN ISO 15792-1, -2, -3
Prüfmethoden	DIN EN ISO 15792-1,-2,-3, DIN EN ISO 6847, 14372, 8249, 3690, DIN EN 22401
Wolframelektroden	DIN EN ISO 6848
Zusätze zum Hartauftragen	DIN EN 14700
Zusätze für Gusseisen	DIN EN ISO 1071

Begriffe, Definitionen

Symbolische Darstellung	DIN EN ISO 2553
Verfahren und Nr.	DIN EN ISO 4063
Begriffe Metallschweißen	DIN EN 14610 (ISO 857-1, -2)
Begriffe & Definitionen	DIN FB CEN/TR 14599 DIN FB ISO/TR 25901
Mehrsprachige Benennung mit Bildern	DIN EN 1792, DIN EN ISO 17659
Schweißpositionen	DIN EN ISO 6947 CEN/TR 14633
Schweißtoleranzen	DIN EN ISO 13920

Weitere Normen

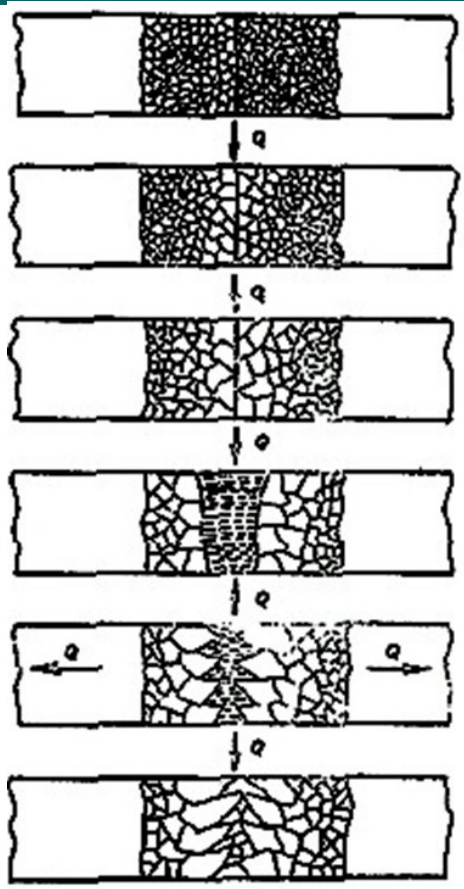
Schweißerprüfung Kupfer	DIN EN ISO 9606-3
Schweißerprüfung Nickel	DIN EN ISO 9606-4
Schweißerprüfung Titan	DIN EN ISO 9606-5
Schweißerprüfung Gußeisen	DIN EN 287-6
Bewertungsgruppen Hybrid	DIN EN ISO 12932
Verfahrensprüfung Kupfer	DIN EN ISO 15614-6
Verfahrensprüfung Nickel	DIN EN ISO 15614-1
Verfahrensprüfung Titan	DIN EN ISO 15614-5
VP Gusseisen	DIN EN ISO 15614-3
VP Auftragschweißen	DIN EN ISO 15614-7
VP Rohre in Rohrböden	DIN EN ISO 15614-8
VP Hybrid-Prozess	DIN EN ISO 15614-12
VP Schw. von Stahlguss	DIN EN ISO 11970
Schweißen von Gusseisen	DIN EN 1011-8
Schweißen v. Plattierungen	DIN EN 1011-5
Verfahren zur Beurteilung von Unregelmäßigkeiten bei metallischen Bauteilen	DIN FB CEN/TR 15235

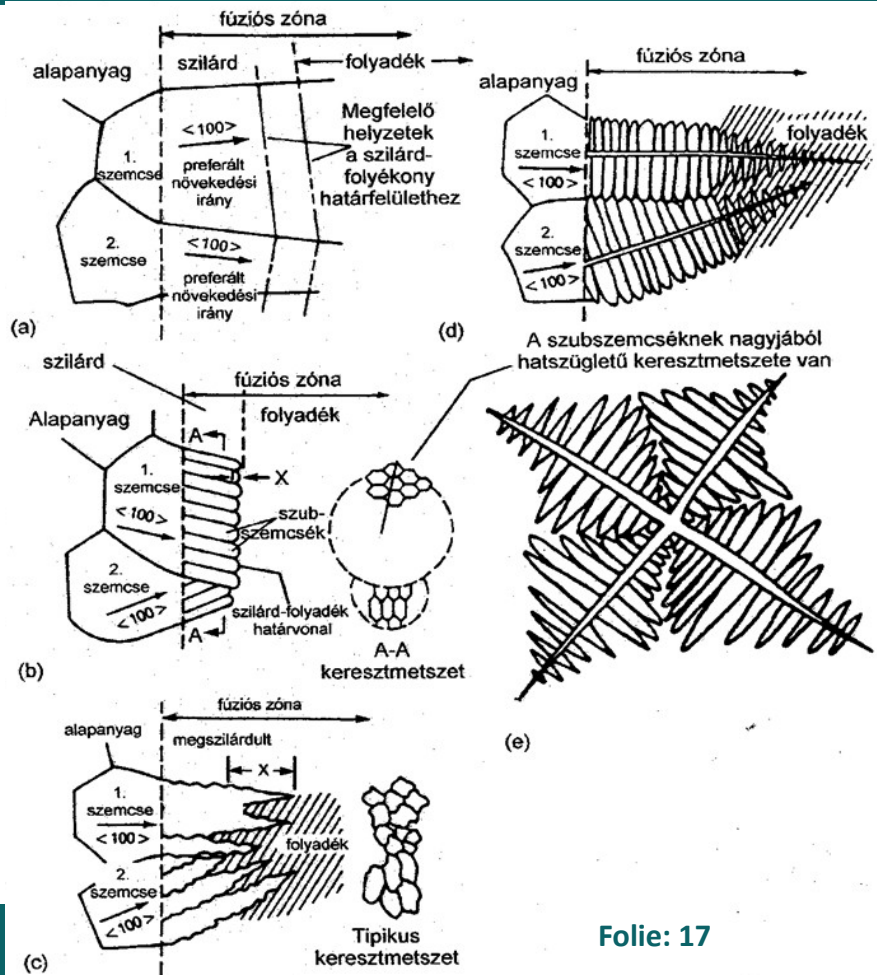
	unleg. + FK-Stähle	hochfeste Stähle	warmfeste Stähle	nichtrostende Stähle	Nickel und Nickellegierungen	Kupfer und Kupferlegierungen	Aluminium und Al-Legierungen	Titan und Titanlegierungen
Stabelektroden (E)	DIN EN ISO 2560	DIN EN ISO 18275	DIN EN ISO 3580	DIN EN ISO 3581	DIN EN ISO 14172	DIN EN ISO 24373	DIN EN ISO 18273	DIN EN ISO 24034
Drahtelektrode (MSG)	DIN EN ISO 14341	DIN EN ISO 16834	DIN EN ISO 21952	DIN EN ISO 14343	DIN EN ISO 18274			
Stab/Draht (WIG)	DIN EN ISO 636							
Draht (UP)	DIN EN ISO 14171	DIN EN ISO 26304	DIN EN ISO 24598					
Pulver (UP)	DIN EN ISO 14174							
Fülldraht (MSG)	DIN EN ISO 17632	DIN EN ISO 18276	DIN EN ISO 17634	DIN EN ISO 17633	DIN EN ISO 12153			
Autogenstab (G)	DIN EN 12536		DIN EN 12536					
Schutzgas	DIN EN ISO 14175, DIN EN 1089-3							

www.mussmann.org Stand: 07.09.2014

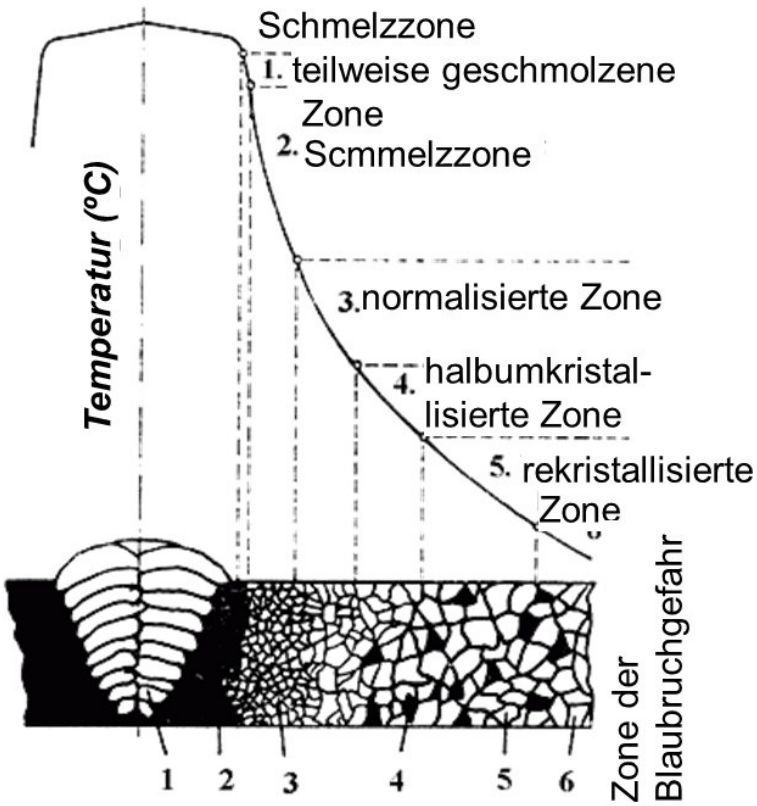
© Nachdruck nur in vollständigem Umfang und mit Quellenangabe erlaubt (Angaben ohne Gewähr)

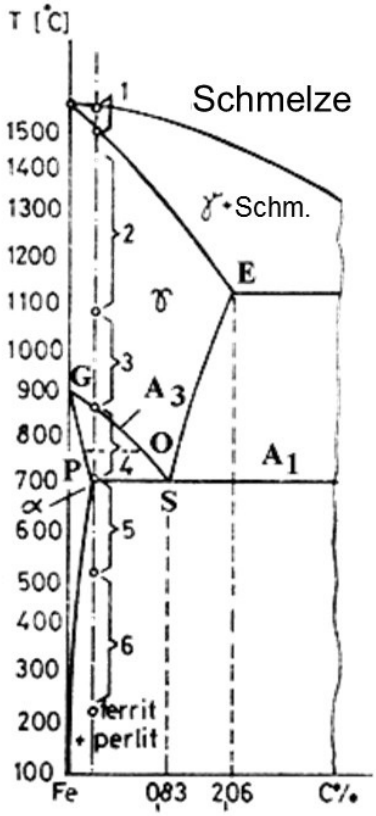
Schweißnaht





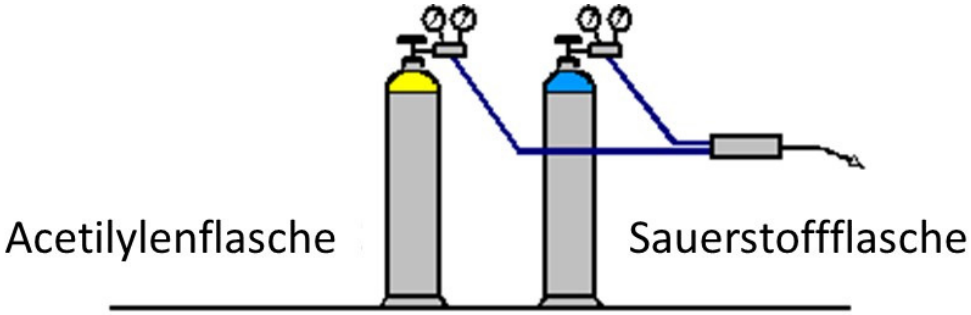
Schweißnaht





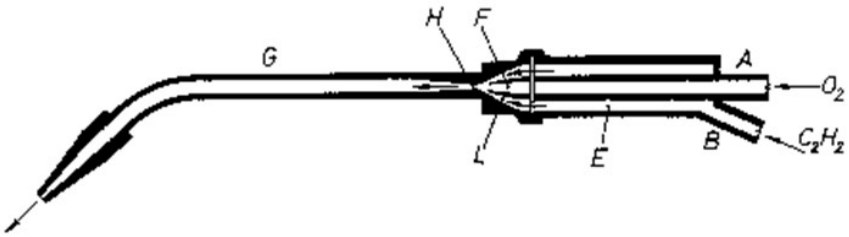
Schweißnaht

Acetilylen-Gasschweißen

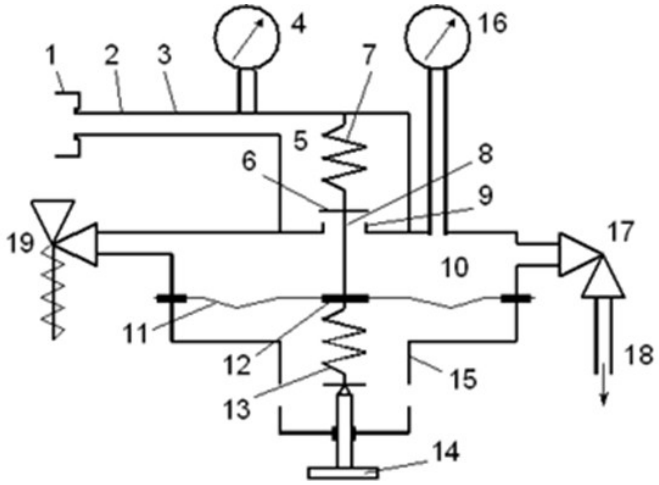


Azetylen: C_2H_2 ist im Azeton absorbiert. Damit ist es bis 30 bar Druck komprimierbar (aus Sicherheitsgründen: 15 bar). Die Flasche ist mit porösem Material ausgefüllt (Zement, Asbest, Kohlenstoff). Das poröse Material ist infiltriert durch Azeton, um freie Volumen auszuschließen. (Im einigen cm^3 freie Volumen – etwa walnussgroß – würde das Azetylen explodierend dissoziieren.) Füllung: 16x15x24 l = 5760 l. Sauerstoffmenge ist ~6000 l.

Saugbrenner und Druckminderer



Das Brenngas und der Sauerstoff wird durch Injektoreffekt zusammengemischt.



Der Gasdruck im kleinen Bohrloch strömt aus und der Druck wird in größeren Raum sich vermindern.

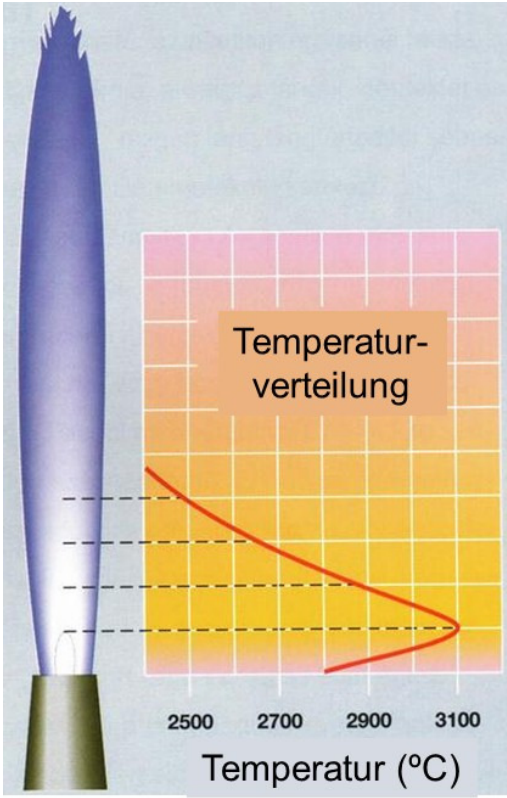
Verbrennungsvorgang der Azetylen

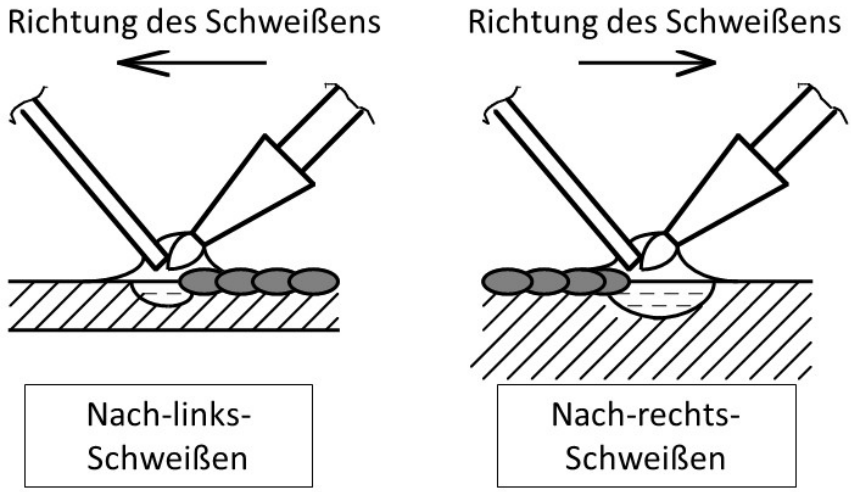
- Die primäre Reaktion:

$$C_2H_2 + O_2 = 2CO + H_2 + Q$$

- Die sekundäre Reaktion (Sauerstoff stammt auch von der Luft):

$$2CO + H_2 + \frac{3}{2}O_2 = 2CO_2 + H_2O + Q$$





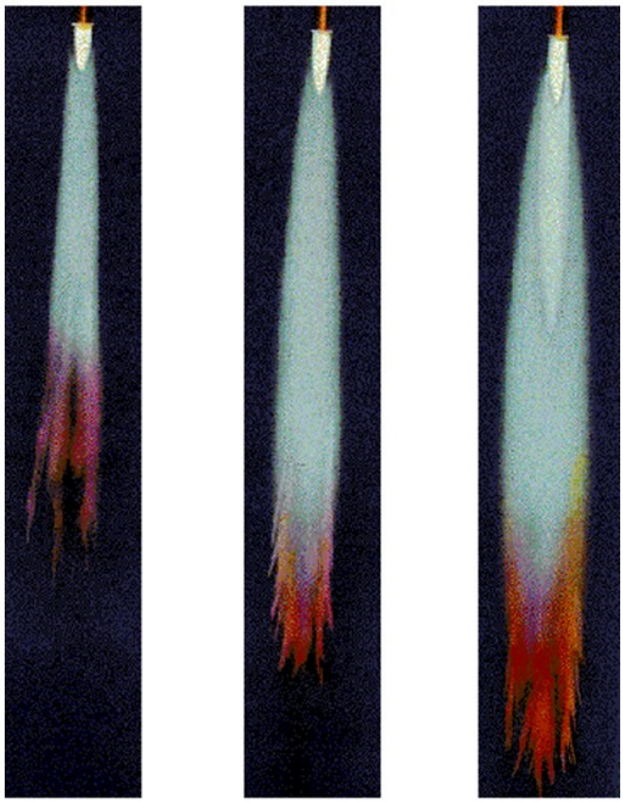
- Nach-links-Schweißen: ist gut für dünne Bleche (s ≤ 3 mm).
- Nach-rechts-Schweißen ist für dickere Bleche und Rohre angewendet. Beim Nach-rechts-Schweißen kann man tieferes Einschmelzen durch Erwärmen des Nachgebietes erreichen.

Verwendete Flammenarten

Neutrale Flamme
(Für Schweißen der Stähle und Cu)

Reduzierende Flamme
(Für Schweißen des Gußeisens, Al und Al-Legierungen)

Oxidierende Flamme
(Für Schweißen des Messings)



Neutrale Oxidierende Reduzierende Flammen

Verwendung des Gasschweißens

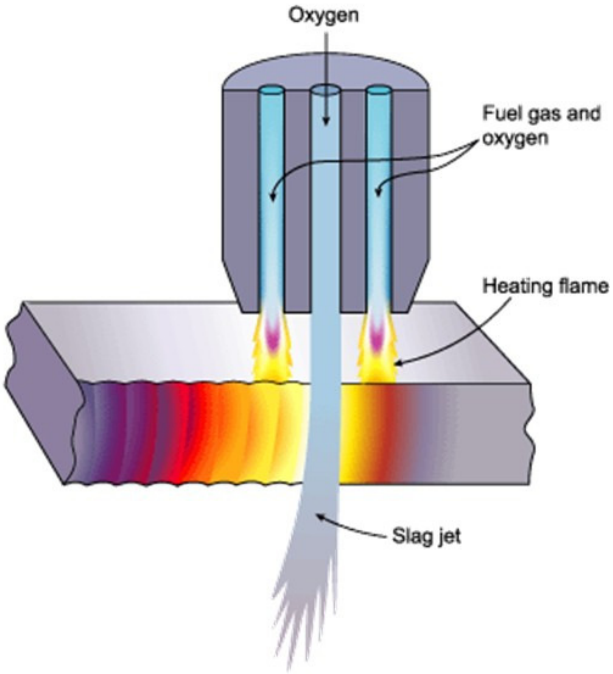
- Bei örtlichen Schweißarbeiten, bei Installationstechnik, bei zentralen Heizungs- Wasser- und Gasleitungsrohreschweißen (wo man andere Verfahren nicht oder schwer anwenden kann).
- Beim Reparaturschweißen (z.B. Karosseriereparaturarbeiten).

Videos: 1, 2

Autogen Brennschneiden

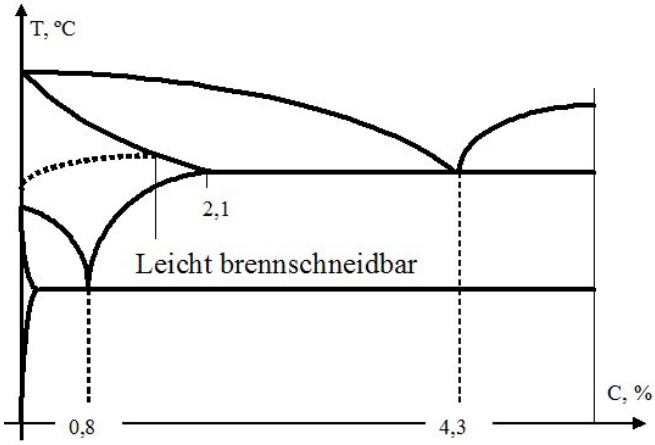
Prozess:

- Vorwärmen auf die Entzündungstemperatur
- Verbrennen im Sauerstoff
- Ausblasen des Verbrennungsproduktes vom Schlitz.
- mehrere 100 mm in Stahl
- mit Fe-Pulver Zugabe ins O_2-Strahl bis 600 mm !



Bedingungen des Brennschneidens

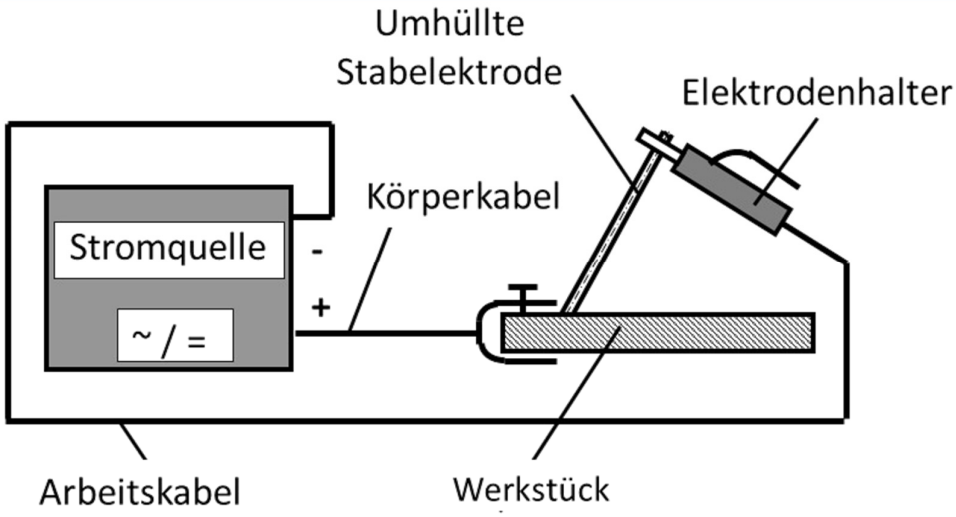
- Das Material soll im Sauerstoff brennbar sein;
- Entzündungstemperatur soll niedriger sein, als sein Schmelztemperatur;
- Schmelztemperatur der Oxyde soll kleiner sein, als die Schmelztemperatur des Materials;
- Das Verbrennungsprodukt soll dünnflüssig sein, um es ausblasen zu können.



Gut schneidbare Materialien:
Schweißbare unlegierte und niedriglegierte Stähle.
Die Legierungselementen verschlechtern die Brennschneidbarkeit.

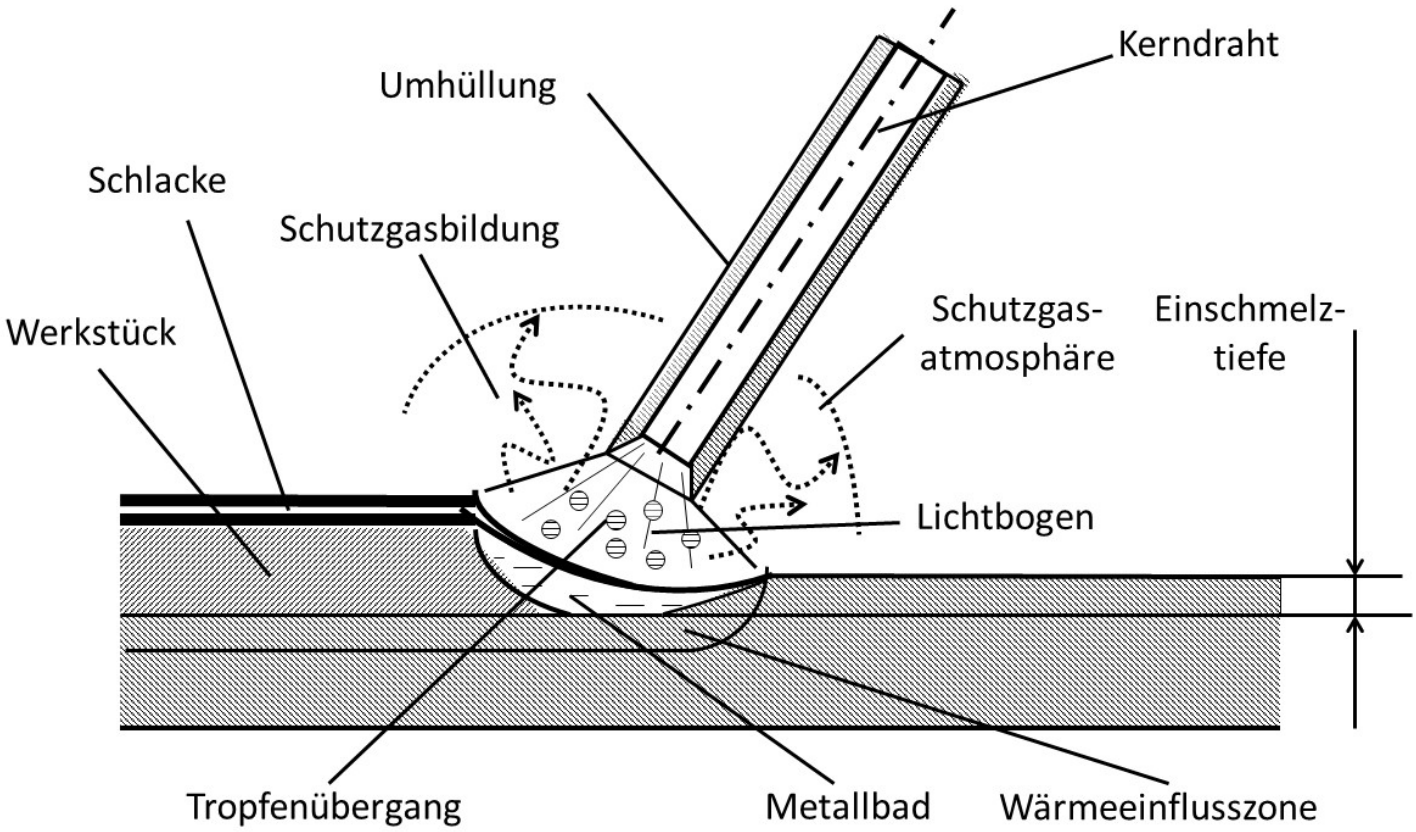
Videos: 1, 2

Lichtbogenschweißen mit umhüllte Stabelektroden



Schweißen durch generierter Lichtbogen zwischen der einschmelzenden umhüllten Metallelektrode und dem Werkstück, unter Schutzgasen die von der schmelzenden Umhüllung stammen. Anwendbar für Verbindungs-, Auftrag- und Reparaturschweißen.

Vorgänge während Lichtbogenschweißen



Aufgaben der Schweißdrahtumhüllung

- Lichtbogenstabilisation (K, Na, Ca helfen die Ionisation)
- Schutzgasbildung (organische Materialien, z.B. die Zellulose $(C_6H_{10}O_5)_n$ und $CaCO_3$)
- Desoxydation, Denitration (Mn, Si, Al, V, Ti, usw.)
- Legieren (Grundmaterialabhängige Elementen, in der Form der Ferrolegierungen z.B. Fe-Si, Fe-Ti, Fe-Cr usw.)
- Schlackenbildung (Rutil, organische Materialien, SiO_2, MnO usw.)
- Sinken bzw. Regeln der Abkühlungsgeschwindigkeit
- Metallurgische Prozesse
- Erhöhung der Schmelzgeschwindigkeit (Wirkungsgrad des Ausbringens kann noch 220 % sein).

Sauere Umhüllung (A)

- Ästhetische Nähte
- Nicht geeignet auf Positionsschweißen (Die Schlake ist dünnflüssig)
- Tiefes Einschmelzen, „heiße Elektrode”.
- Eisensoxyd (Fe_2O_3, Manganoxyd (MnO_2), Titanoxyd (TiO_2), Siliziumdioxyd (SiO_2) und Silikate bilden die Umhüllung.
- Organische Materialien und Karbonate bilden das Schutzgas.

Rutilumhüllung (R)

- Die Nahtoberfläche ist schön, leicht zu Schweißen, leichte Bogenentzündungsfähigkeit. Man kann auch Wechselstrom anwenden. Für Positionschweißen ist es auch ausgezeichnet.
- Dicke Umhüllung, Elektroden mit großem Ausbringen.
- Mit etwa 50 Masse-% ist der Rutilgehalt (TiO_2). Andere Komponenten sind Ferromangan, Ferrosilizium, Ferrotitan, Silikaten, Feldspat ($SiAlO_4$), Magnesit, organische Materialien, Karbonate.
- Feine Tropfenübergang.

Zellulosenumhüllung (C)

- Wenige Schlacke, leicht abfällt, nutzbar in allen Positionen, entwickelt auf Wurzelschweißen der Rohre mit großem Diameter.
- Wie Rutilumhüllt, aber enthält 15–30 Masse-% organisches Material, meist Zellulose $(C_6H_{10}O_5)_n$, Mehl, Holzmehl, Dextrin.
- Unangenehmer Geruch, Schutzgasbildung in goßer Menge.

Basische Umhüllung (B)

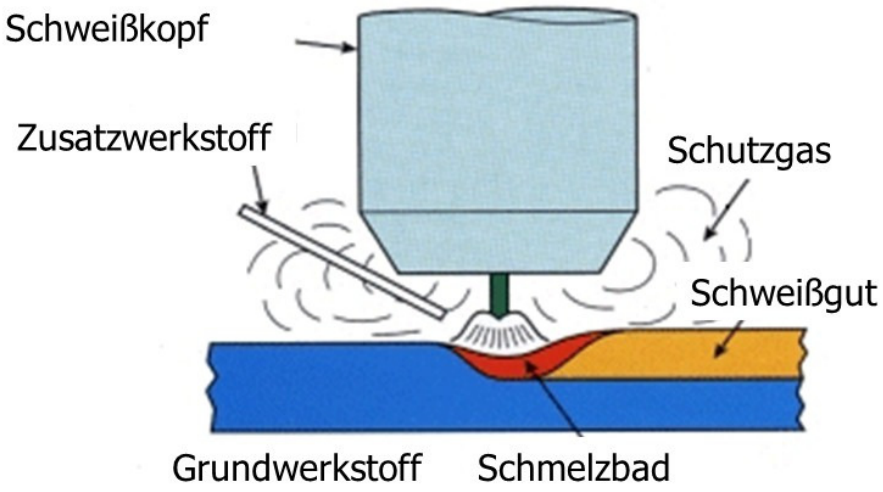
- Gute mechanische Eigenschaften, aber schwer zu Schweißen. Die Umhüllung ist hygroskopisch, die Elektrode soll austrocknet werden.
- Hauptkomponenten: Alkalierdmetallkarbonate, z.B. Kalzit $CaCO_3$ (Kalkspat), Flussspat, Ferrolegierungen, Silikate und auch Einzellegierungen.
- Grobe Tropfenübergang.

Die gute Eigenschaften der einzelnen Umhüllungen sind vereinigt

Sauerumhüllt	A
Rutilumhüllt	R
Rutilumhüllt (dick)	RR
Rutilsauerumhüllt	AR
Zelluloseumhüllt	C
Rutilzelluloseumhüllt	R(C)
Rutilzelluloseumhüllt(dick)	RR(C)
Basischumhüllt	B
Rutilbasischumhüllt	R(B)
Rutilbasischumhüllt (dick)	RR(B)

Videos: 1, 2

Wolfram-Inertgasschweißen (WIG) (TIG)

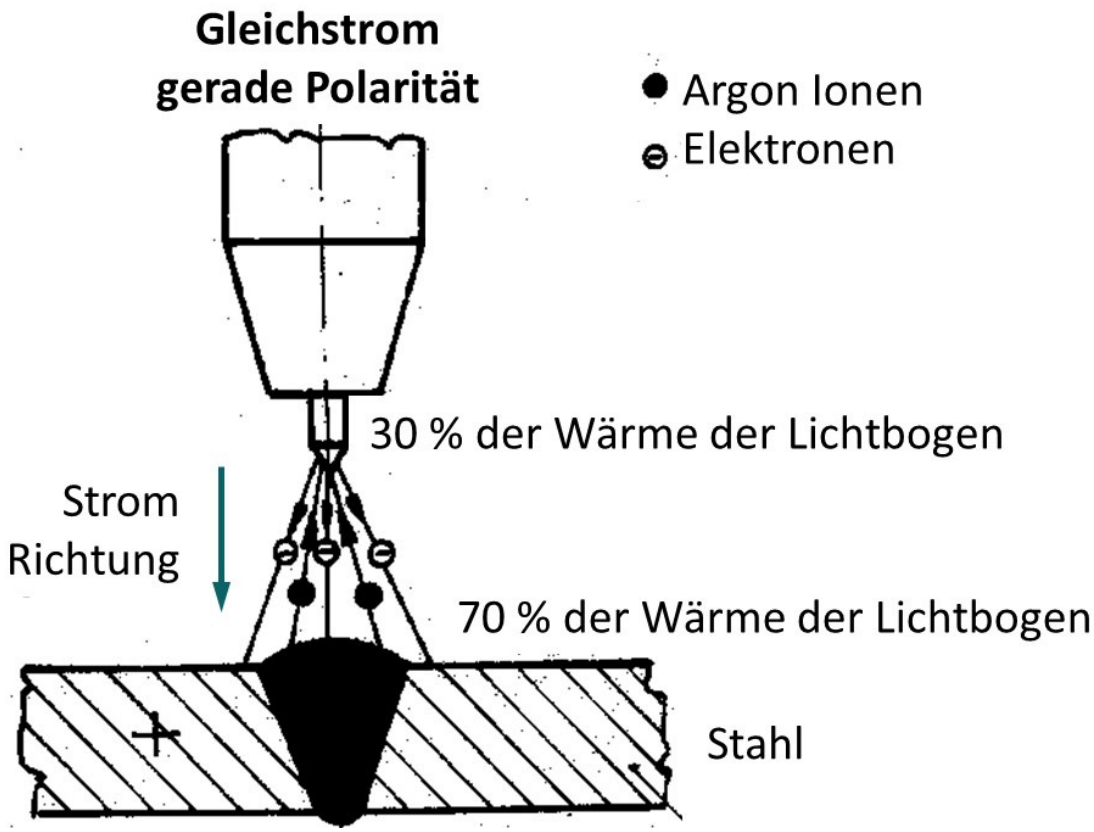


Beim WIG Schweißen ist der elektrische Lichtbogen zwischen der nicht schmelzende Elektrode und Grundwerkstoff in Argon Schutzgas gebildet. Die Bogenentzündung ist durch Funkenentladung getan.

Kenngrößen des WIG Schweißens

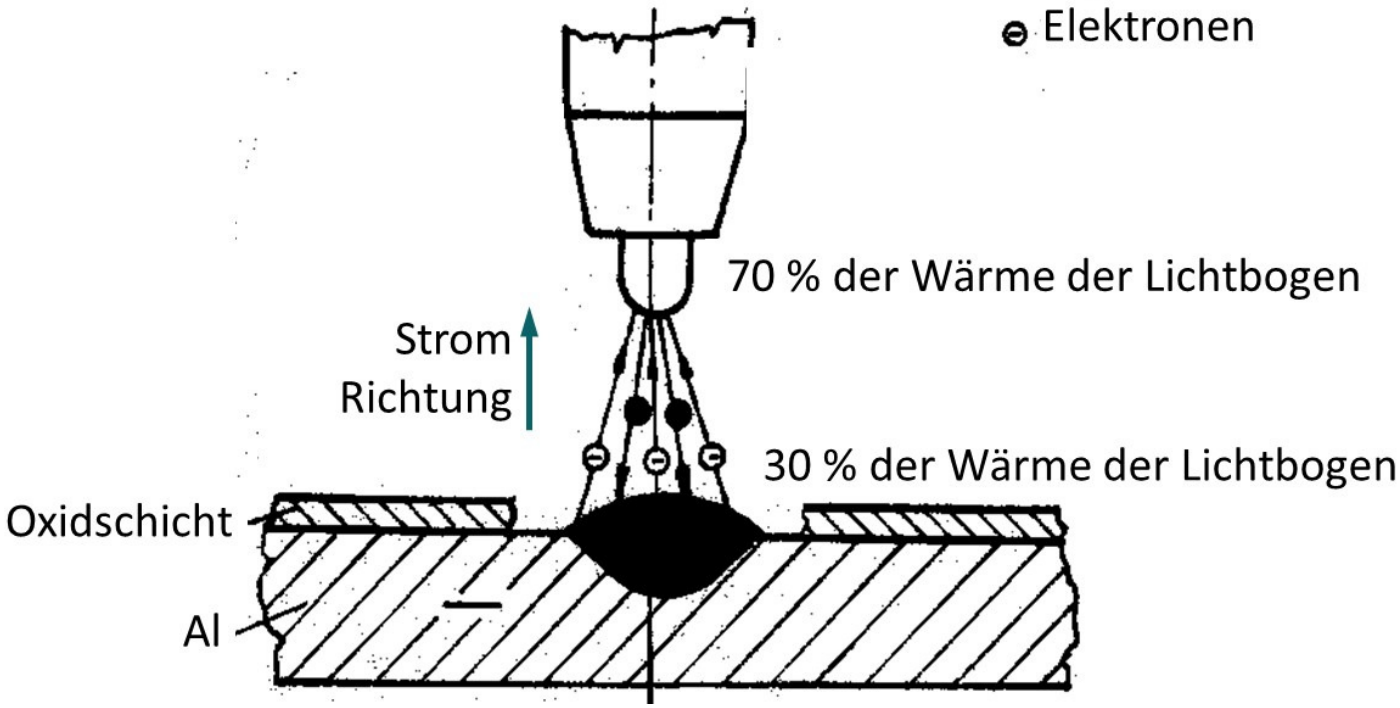
- Das Wolfram schmilzt theoretisch nicht (30 Stunden)
- WIG ist im Helium Schutzgas auch angewendet
- Mit diesem Verfahren alle Materialien sind schweißbar
- Verbindungs-, Auftrags- und Schmelzpunktschweißen
- Anwendungsbereich ist breit.
- In erster Linie für legierte Stähle, Farb- und Leichtmetalle.
- Bei unlegierten und niedrig legierten Stählen ist WIG für Wurzelschweißen der Rohre angewandet.
- Hohe Stabilität, Sauberkeit, gute Qualität.
- Die Produktivität ist klein. WIG braucht Übung.

Die Rolle der Polarität beim WIG Schweißen



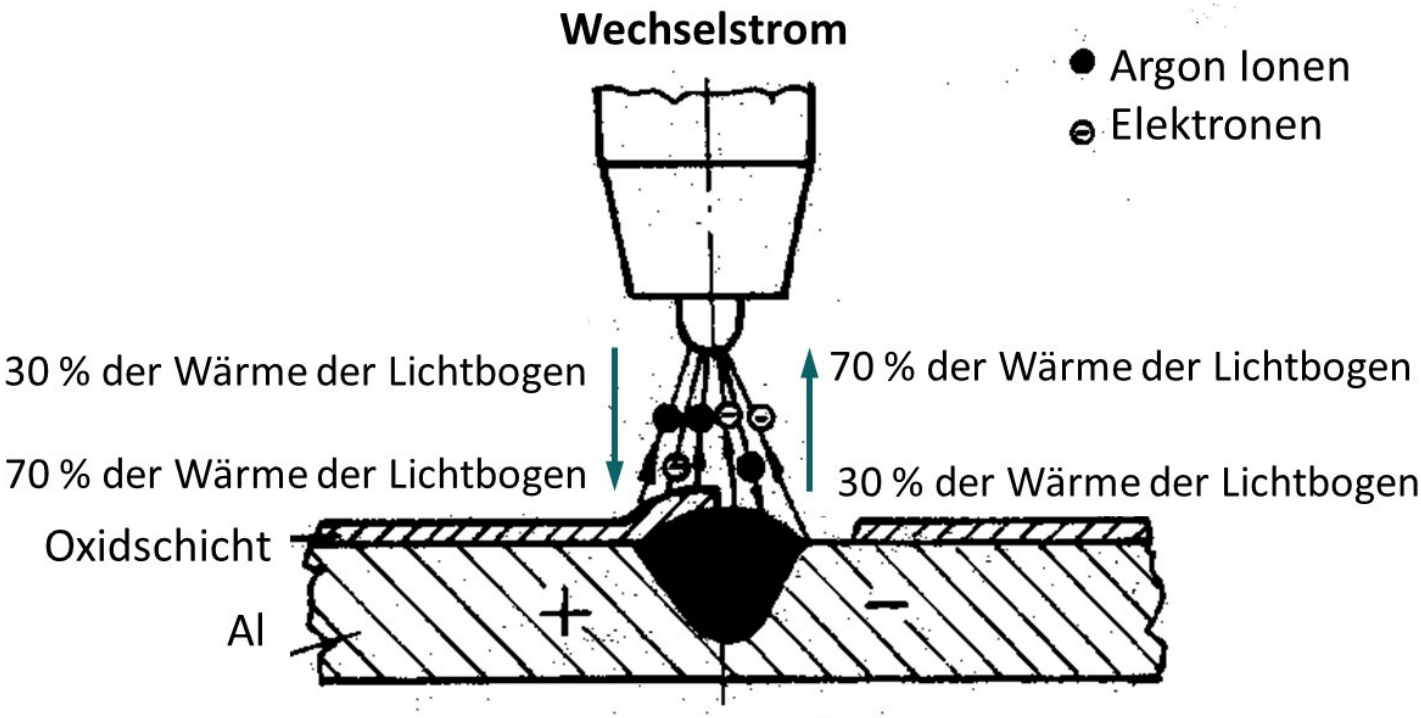
Die Rolle der Polarität beim WIG Schweißen

Gleichstrom
umgekehrte Polarität



Die Rolle der Polarität beim WIG Schweißen

Wechselstrom



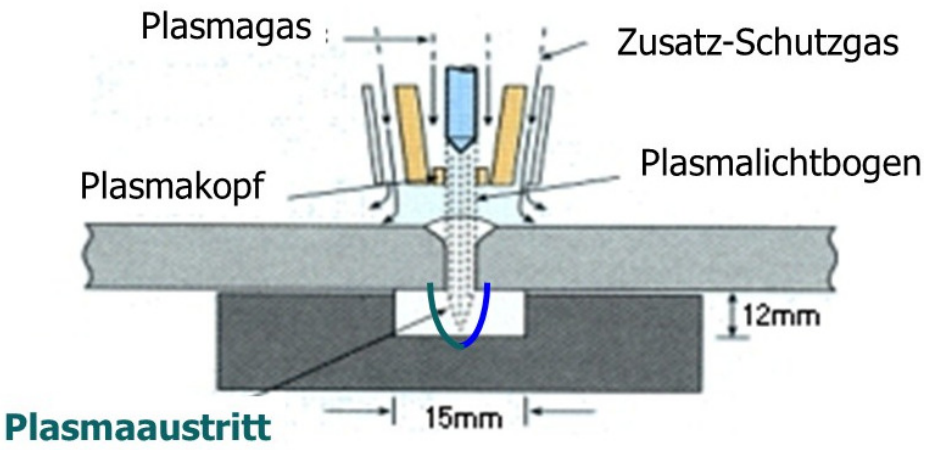
Für Schweißen der Al und Al Legierungen ist Wechselstrom/ Impulstechnik geeignet.

Video:1, 2

Plasma:

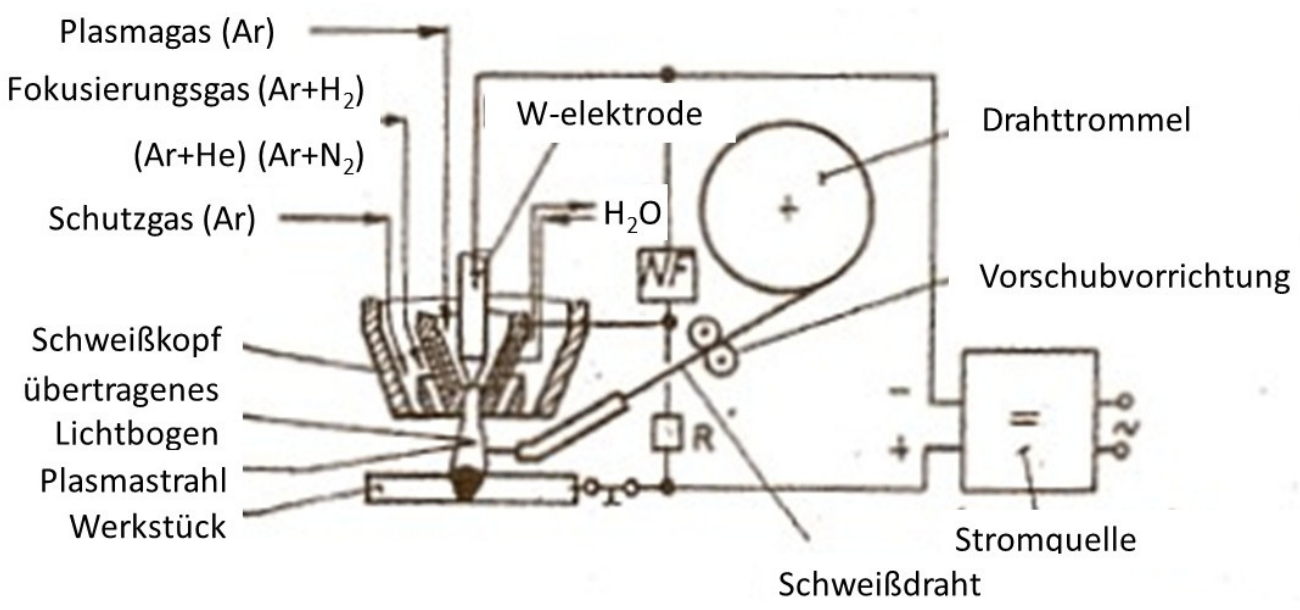
- Ein hocherhitztes thermisches Plasma ist ein elektrisch leitende Gas, wo die dissoziierte und ionisierte Teilchen mit entsprechendem Verhältnis im thermodynamisches Gleichgewicht sind.
- Das Plasma hat hohe Energieniveau (30000°K), es ist geeignet für Schweißen, Schneiden und andere thermische Bearbeitungen.

Plasmaschweißen (WP)



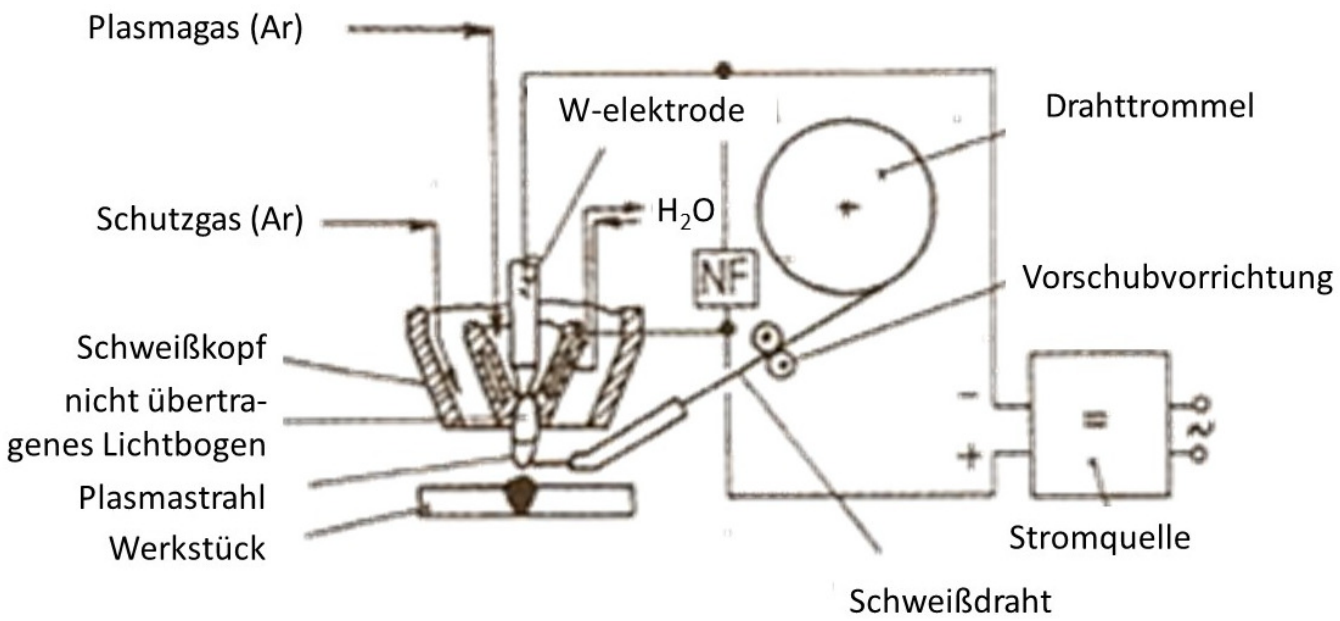
Das Plasmaschweißen versichert tiefes Einschmelzen, ist anwendbar für alle Materialien des WIG Schweißens, aber das Plasma ist auch stabil und verwendbar bei kleinem Stromstärken. (I ≤ 50 A, Mikroplasmaschweißen)

Plasmalichtbogenschweißen



Szunyogh L: Hegesztés és rokoneljárások

Plasmastrahlschweißen



Szunyogh L: Hegesztés és rokoneljárások

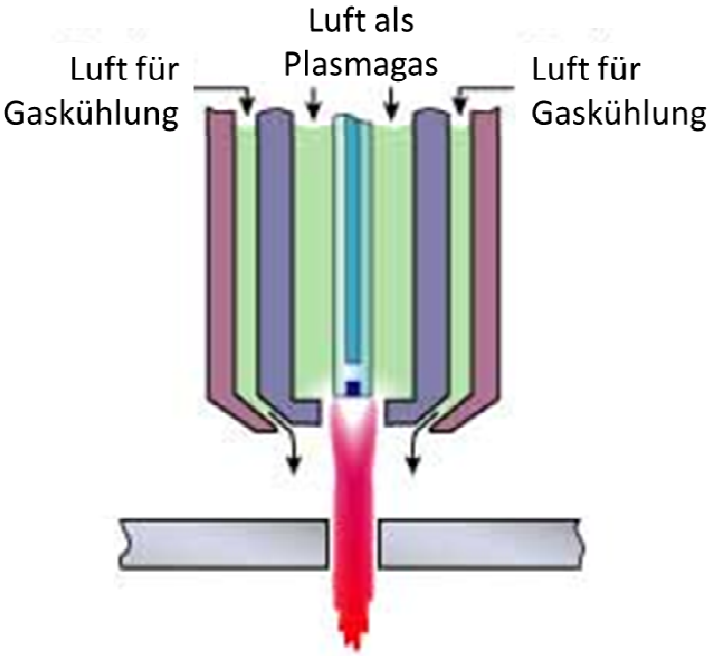
Plasmaschneiden

Alle Materialien sind schneidbar mit dieser Verfahren schneidbar

Luft-Plasmaschneiden

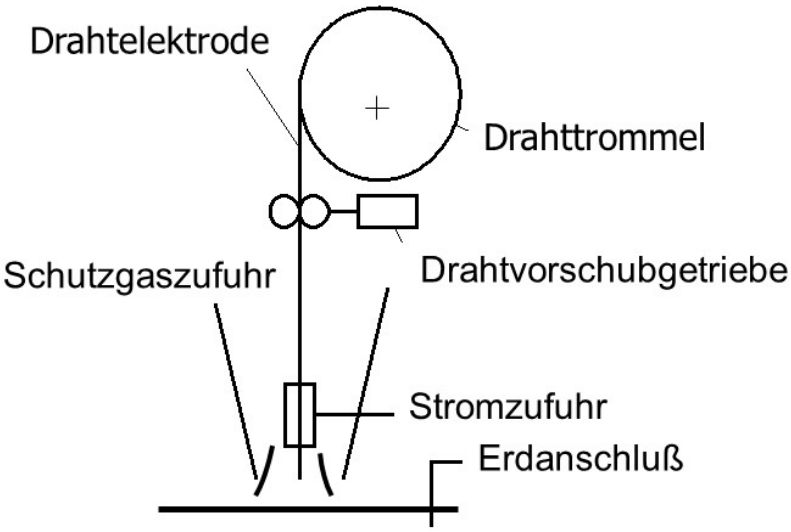
Das Betriebsluftnetz versichert die Plasmabildende Gase (N, O)

- Entstehen Nitröse Gase sehr Karcinogen!
- Atmungsschutz
- Gehörschutz
- z.B.: unter Wasser Schneiden



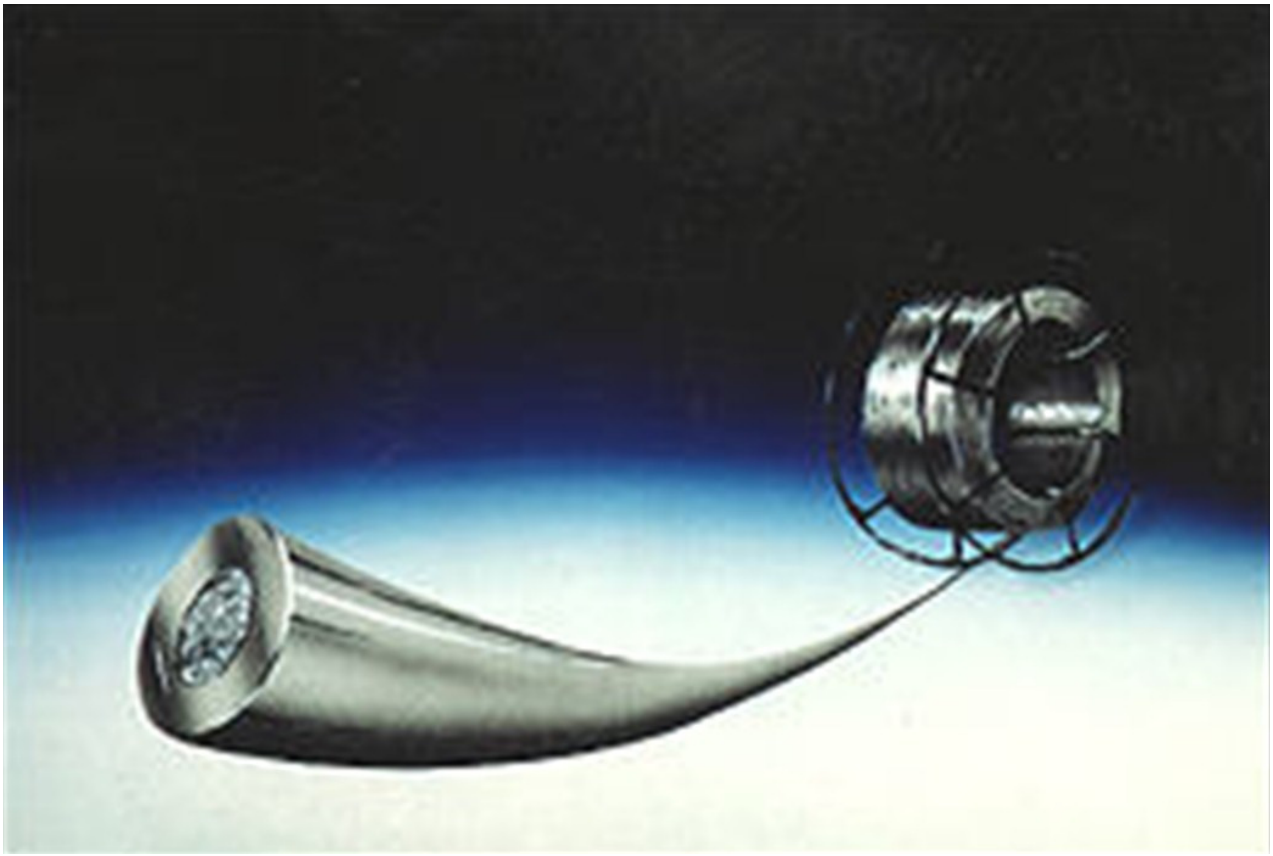
Metall-Aktivgasschweißen (MAG)

Metall-Aktivgasschweißen (MAG)



Die Materialien sind mit einem - zwischen kontinuierlich zugeführter schmelzender Drahtelektrode und dem Werkstück - gebildeten Lichtbogen unter Gasschutz (CO_2, Ar oder Gasmischung) zusammengeschmolzen .

Fülldrahtelektrode

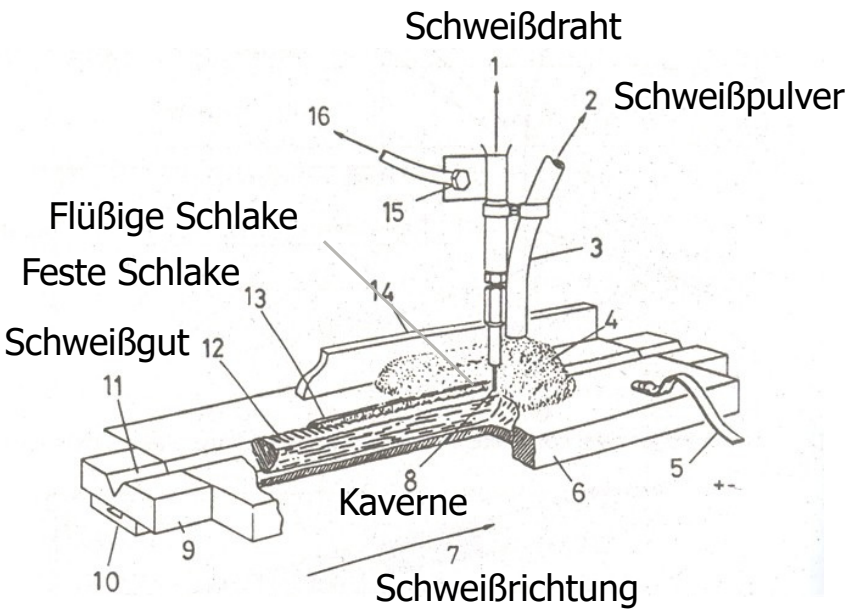


Werwendung des Metallaktivgasschweißens

- CO_2 – Schweißen
  - Für unlegierte und niedriglegierte Stähle (Massenfertigung der Stahlkonstruktionen) TTKV = 0 ºC
- Mischgas-Schweißen
  - Massenfertigung der Stahlkonstruktionen TTKV = - 20°C
  - Robottechnik
- Schweißen mit Fülldrahtelektrode
  - Massenfertigung der Stahlkonstruktionen TTKV = - 60°C
  - Legierte Stähle, Auftragschweißen
- Argon - Schweißen
  - Farb- und Leichtmetalle
  - Legierte Stähle, Auftragschweißen
  - Eine der häufigsten robotisierter Schweißverfahren

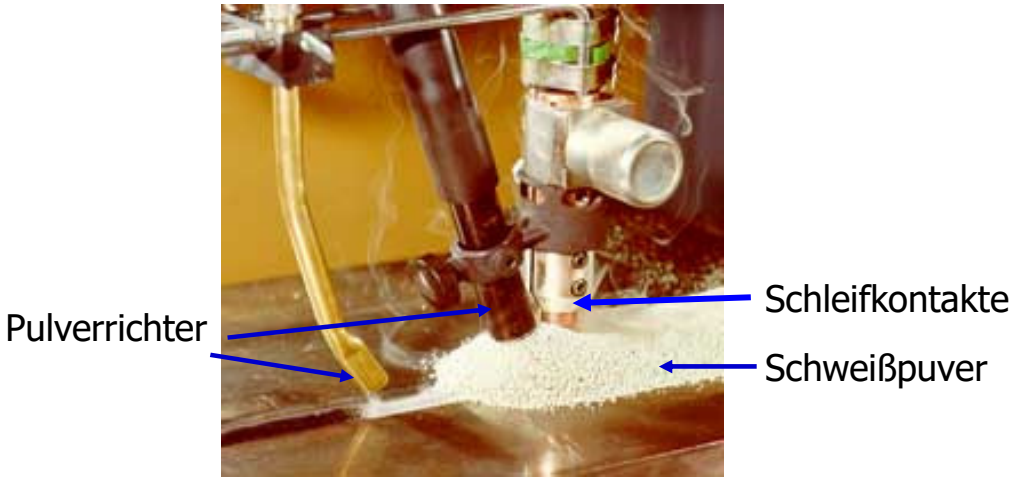
Videos: 1, 2

Unterpulverschweißen (UP)



Schmelzschweißen mit einem zwischen Schmelzende Drahtelektrode(n) und das Werkstück bildenden unter Pulver befindenden Lichtbogen. Vom Pulver bilden sich die benötigte Metallurgische Elementen, die Schlacke.

Kenngrößen des UP Schweißens



Dieses Verfahren hat große Schmelzleistung. Nahtfertigung kann in der horizontal Position oder in die horizontal Position drehbare Position sein. Es ist geeignet für Verbindungs- und Auftragschweißen. Vollmechanisierte Schweißverfahren.

Verwendung des UP Schweißens

- Massenfertigung der Stahlkonstruktionen
- Unlegierte, niedriglegierte und legierte Stähle
- Kontruktionen mit großen Wanddicke
- Lange, gerade, oder kleine Wölbung habende Nähte

Videos: 1, 2

Weitere Schmelzschweißverfahren

- Schweißverfahren mit großen Energiedichte
  - Elektronenstrahlschweißen
  - Lichtstrahlschweißen
    mit kohärentem Licht – Laserstrahlschweißen
    Laserstrahlschneiden
    mit inkohärentem Licht – Halogenquarzlampe
- Lichtbogenschweißen mit Plattenelektrode
- Thermisches Spritzen und Pulver-Auftragschweißen

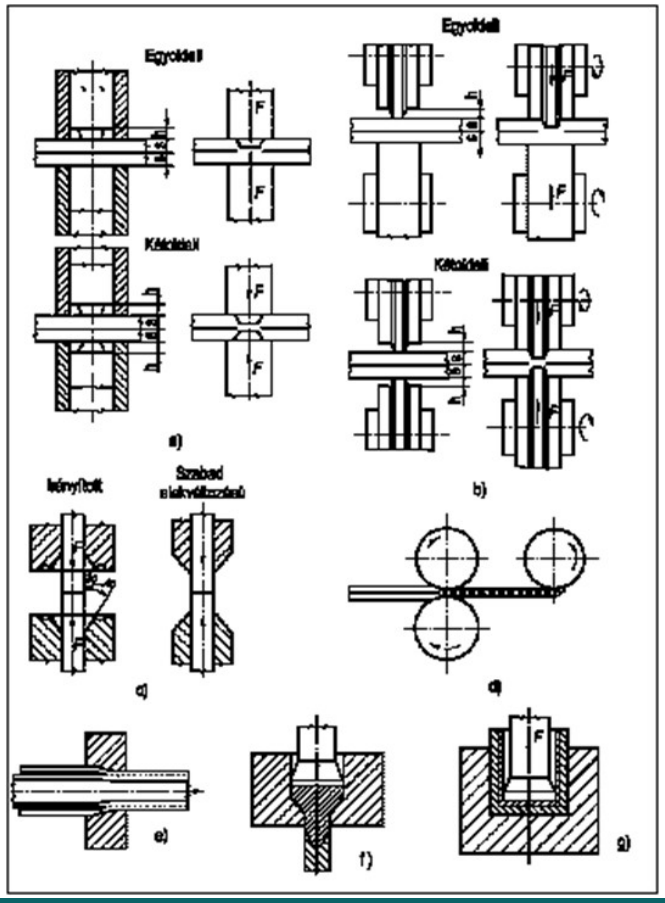
Preßschweißverfahren

Kaltpressschweißen

Die kohäsive Verbindung entsteht unter großen Druck, ohne äußere Wärmezufuhr. Unter genügendem Druck nähern die bildenden Oberflächen einander durch plastische Deformation oder Oberflächenbewegungen im Abstand des Gitterparameter an. Die plastische Deformation oder die Oberflächenbewegungen sorgen für die Parallelität der Gitterebenen und den benötigten erregten Zustand.

Kaltpreßschweißensarten

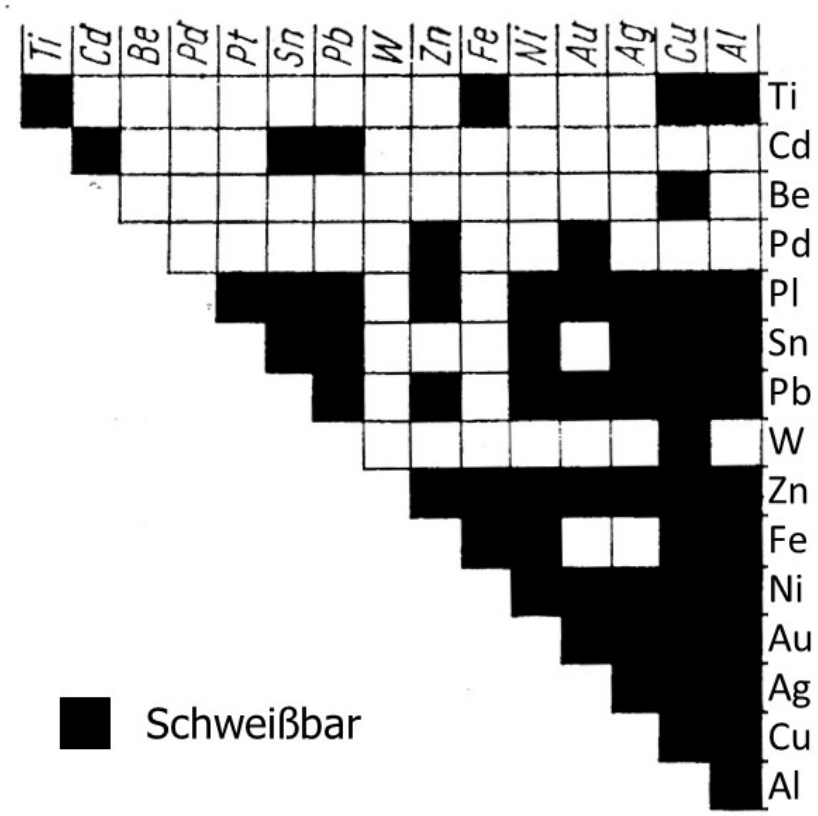
- Punktschweißen
  - einseitiges
  - zweiseitiges
- Rollennahtschweißen
  - einseitiges
  - zweiseitiges
- Stumpfschweißen
- Walzenschweißen
- Kaltpressschweißen in Ziehvorgängen
- Kaltpressschweißen in Fließpressvorgängen



Anwendungen des Kaltpressschweißens

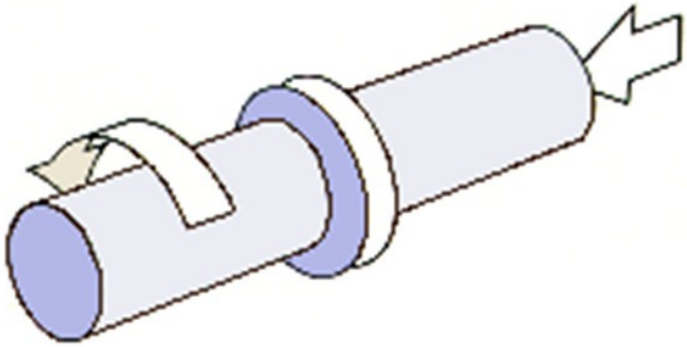
- Schweißen von elektrischen Leitungen, Anschlüsse und Kontakte
- Schweißen von Stromführenden Schienen
- Schweißen von Fahrdrähte aus Kupfer
- Schweißen von Kontakte aus Edelmetall
- Schweißen von Kabelhauben
- Schweißen von Rohre und Behälter
- Herstellung von Zwiemetalle (Bimetall) (z.B. Al – Cu).

Dreieck der Schweißfähigkeit

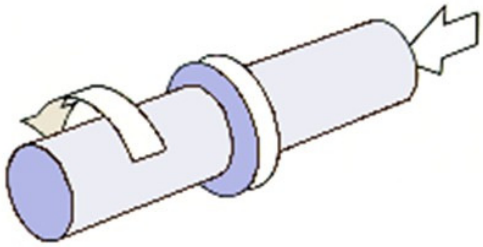


Reibschweißen

- ***Prinzip:*** Bildung von relative Bewegung zwischen schweißenden Werkstücke unten Aktionskraft. Die Reibung zwischen den Werkstücke erwärmt die Werkstücke, unter dem Krafteffekt bildet sich plastische Verformung. Die Bewegung schnell gebremst vom draußen (oder gebremst durch die plastische Verformung) bildet sich die Verbindung mit oder ohne Krafterhöhung.
- Die Bedingung des guten Verbindung ist die symmetrische Verformung, die mit dem symmetrischen Grat charakterisiert ist.



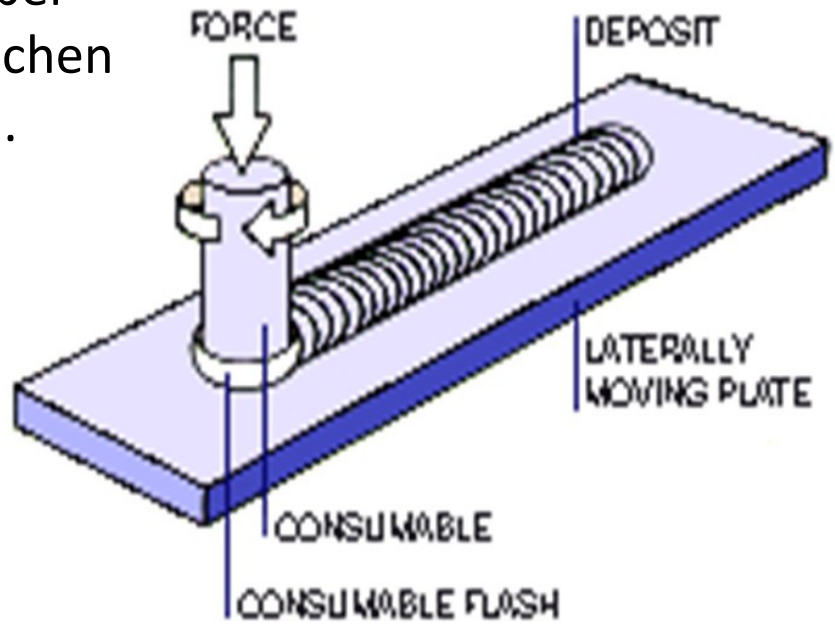
Anwendung: Das Reibschweißen ist oft im Maschienenbau und Kraftwagenherstellung angewendet.
Anwendungsbeschränkung ist, dass ein Werkstück wenigstens drehsymmetrisch sein soll. Profilschweißen ist möglich durch besondere Geräteherstellung.



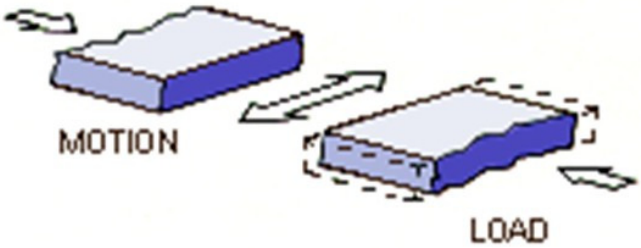
- Reibschweißen mit kontinuierlichem Antrieb
  - Ein Werkstück dreht sich
  - Beide Werkstücke drehen sich, aber die Winkelgeschwindigkeit ist unterschiedlich
  - Zwischenstück dreht sich.
- Reibschweißen mit Schwungradantrieb
- Kombiniertes Reibschweißen

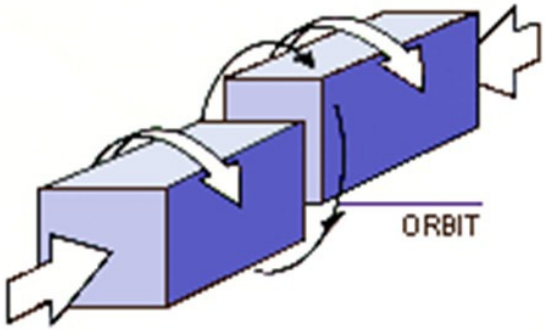
Auftragreibschweißen

Es ist anwendbar bei Ebenen und Formflächen (z.B. zylindrisch).



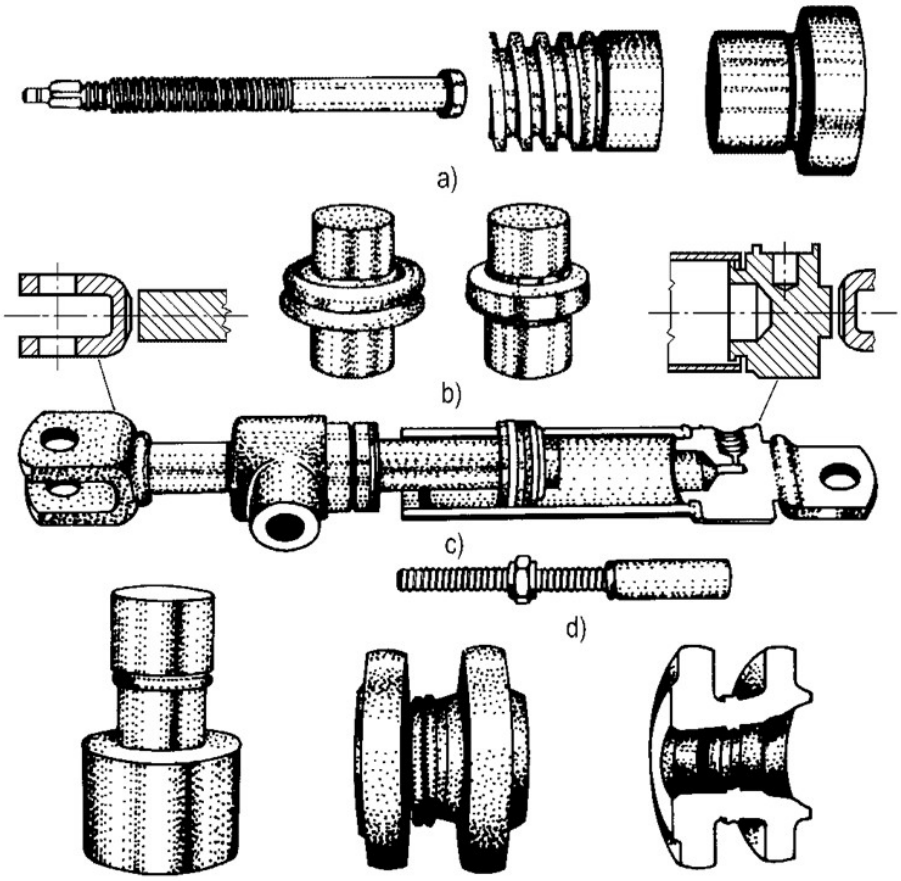
Lineares Reibschweißen mit Pendelbewegung





Für Schweißen der Profile

Anwendung des Reibschweißens



Videos:
1, 2, 3

Anwendung des Reibschweißens

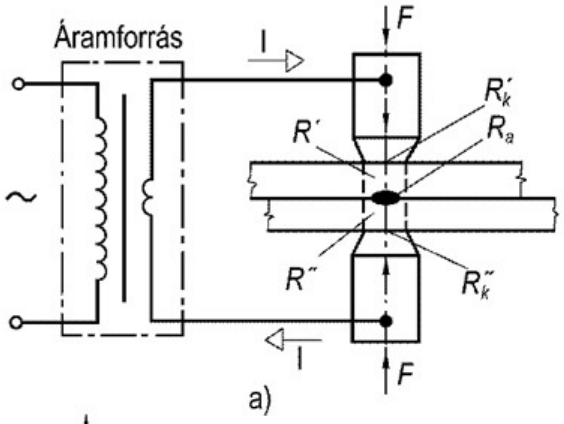
- Für Werkstücke mit unterschiedlicher Geometrie
- Für Werkstücke mit unterschiedlicher Materialien
- Für Wellen, Zapfen(csap), Bolzen(menetes), Rotoren usw.
- Für Rohre mit Stange, Rohre mit Rohre, Stange oder Rohre mit Scheiben
- Für Herstellung der Werkzeuge
- Überall anwendbar, wo die Aufgabe hochproduktive Herstellung der rotationssymmetrischen Teile ist.
- Profilschweißen
- Lineares Reibschweißen (mit Pendelbewegungen)

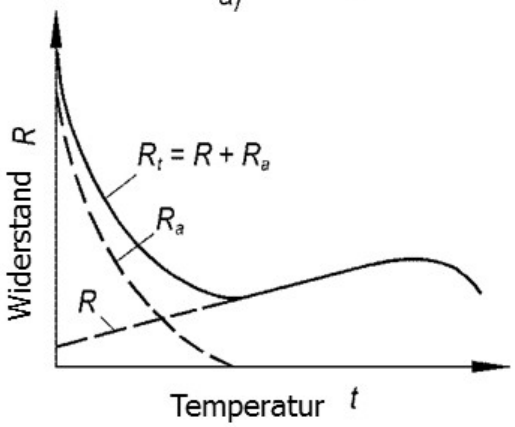
- Die Wärme stammt vom Joule Wärme, die von dem durch Werkstücken fließenden elektrischen Strom gebildet ist. Die bildende Wärmemenge hängt von dem Widerstand und (*R*) fließendem Strom (*I*) ab:

$$Q = \int_0^{t_h} RI^2 dt$$

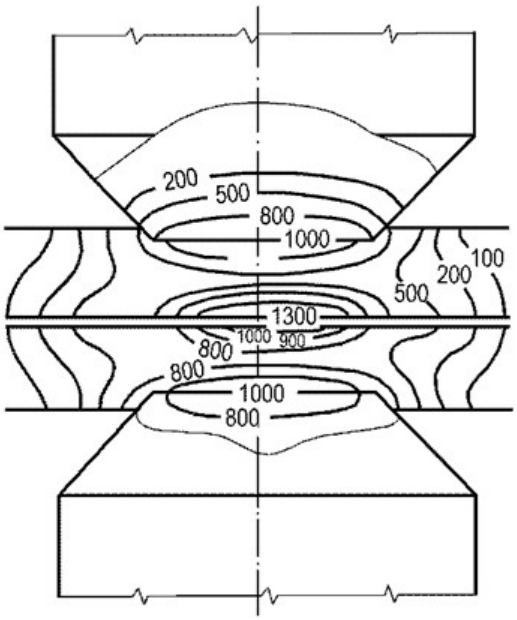
- Die Wärmebildung des Widerstandspreßschweißens kann von direktem Strom oder von induziertem Strom (indirekt) sein.

Punktschweißen (Widerstandspreßschweißen)





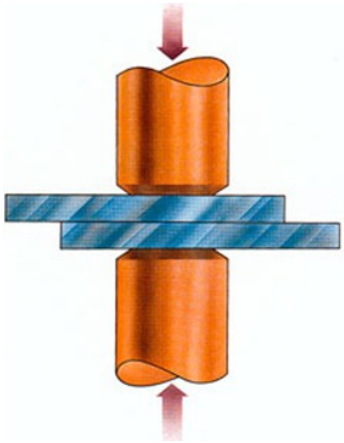
Aufbau und Wärmebildung

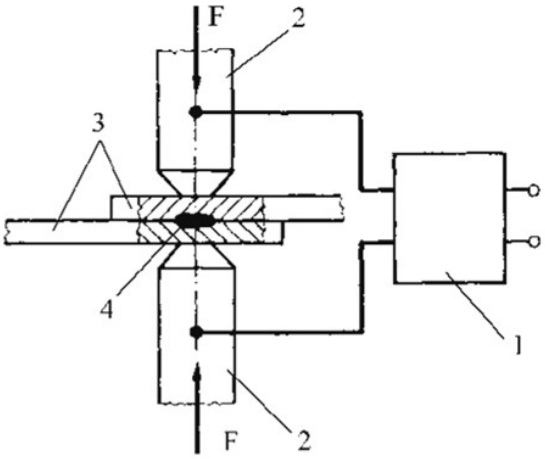


Verbindungsbildung bei Widerstandsschweißen

- Beim Punktschweißen und Rollennahtschweißen bildet sich die Verbindung hauptsächlich auch durch Kristallisation.
- Bei den anderen Verfahren die Verbindung bildet sich durch plastische Verformung.
- Bei den anderen Verfahren (Buckelschweißen, Stumpfschweißen, Hochfrequenzwiderstandsschweißen mit konduktiver oder induktiver Energieübertragung) ist das geschmolzene Material in den Grat ausdrückt.

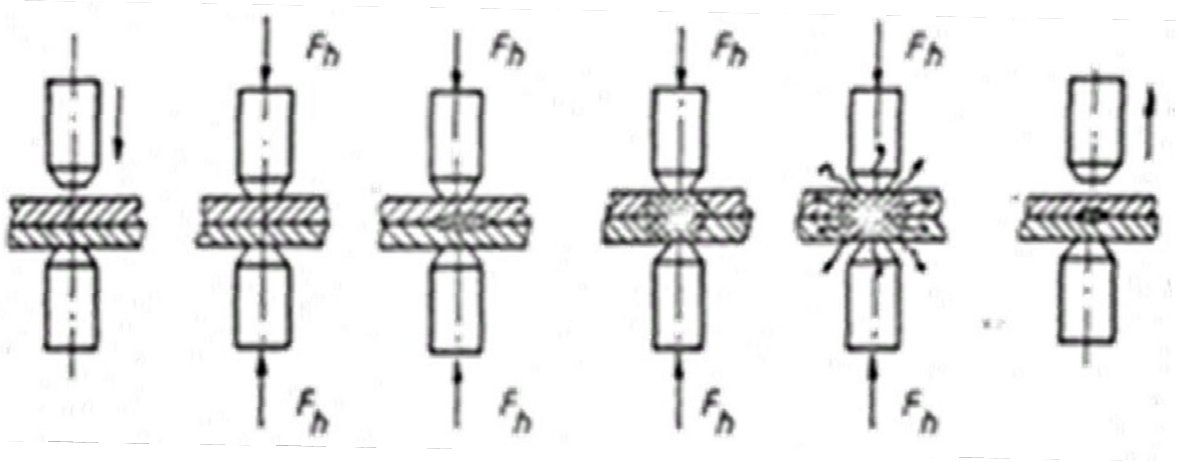
Punktschweißen

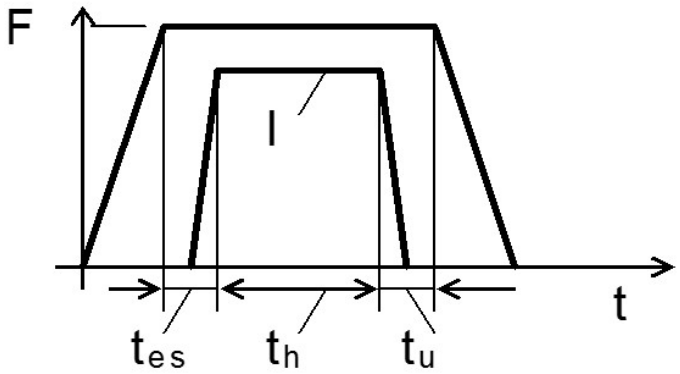




Der Stromkreis schließt sich zwischen den wassergekühlten Elektroden (Nebenschluß). Nach dem Aufschmelzen des mittleren Bereiches wird die Verbindung durch einem Kristallisationsprozeß unter Druck (von der Elektroden) gebildet werden.

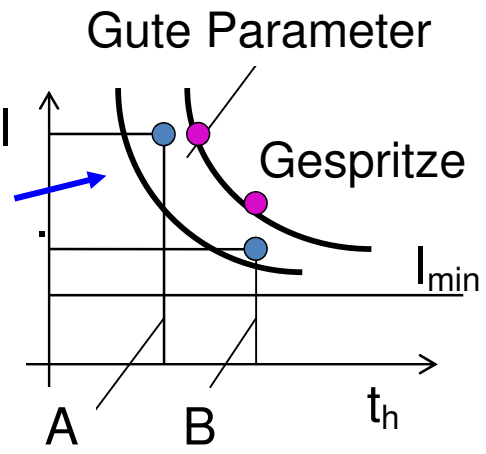
Prozess der Bildung der Punktschweißverbindung





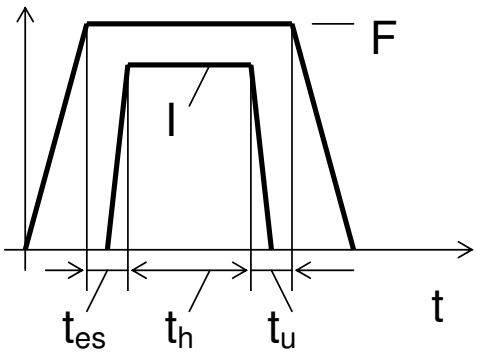
Arbeitsdiagram des Punktschweißens

- Unter Mindeststrom (I_{min}) kann man nicht schweißen, weil die gebildete Wärme ist nicht hoch genug.
- Großer Strom und kurze Zeit charakterisiert die Harte Arbeitsfolge (A).
- Hartmethode benötigen die gut wärmeleitende Materialien und die Effektivität.
- Kleiner Strom und lange Zeit charakterisiert die Weiche Arbeitsfolge (B).
- Weichmethode benötigen die Materialien, die für Kaltrissbildung fähig sind.

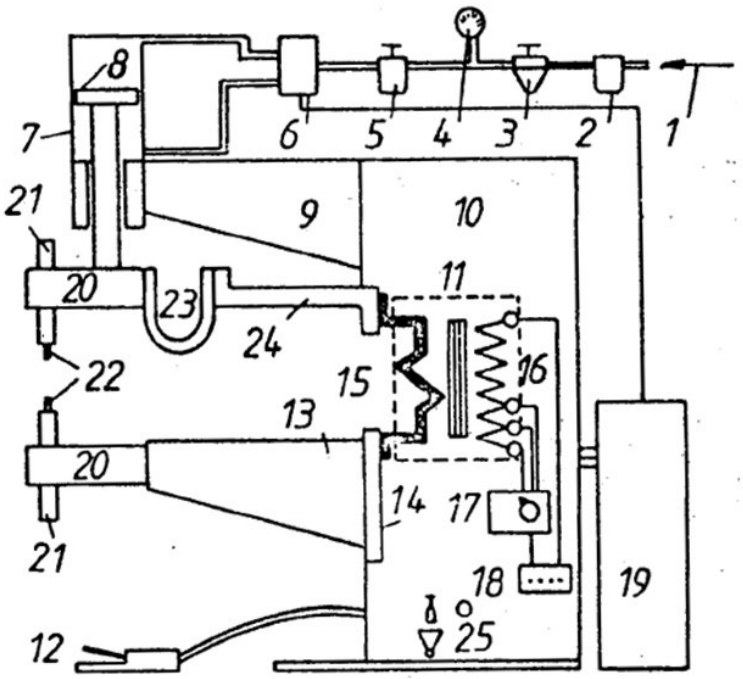


Einfache Arbeitsordnung

- Die Elektroden sind zu den Werkstücken gedrückt (F), nach der Startzeit (t_{es}) ist der Strom (I) eingeschaltet, nach der Schweißzeit (t_h) ist der Strom ausgeschaltet und bis Endzeit (t_u) der Druck gehalten.
- Unter Druck wird die Verbindung unter der Kristallisation mehr dicht gebildet sein.
- Hauptparameter sind: I, F und t_h.
- Nebenparameter sind: t_{es} und t_u



Typische Punktschweißmaschiene

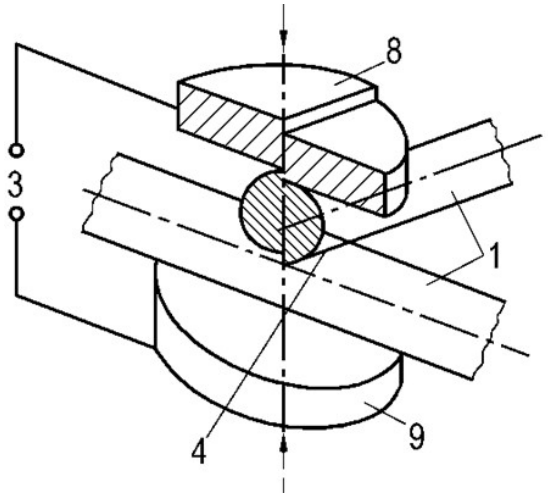


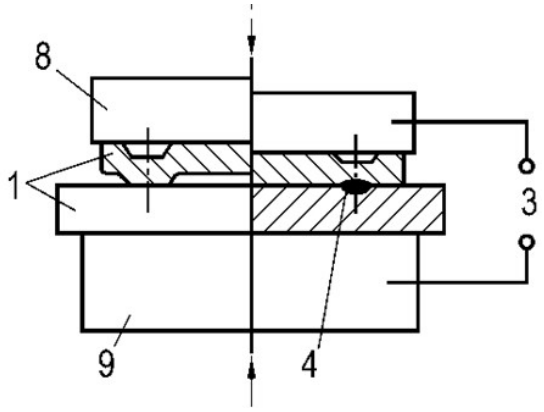
Zum Platz gebundene Anlage, bewegliche Anlagen und Schweißarmen für Robote sind auch vorhanden.

Verwendung des Punktschweißens

- Für Schweißen überlappter Bleche in allgemeinen
- Für Herstellung der Fahrzeugkarosserien (besonders)
- Für Plattenförmigen Konstruktionen und Blechen (allgemein)
- Für Stähle (aller Arten). Gegen Kaltrißbildung besondere Arbeitsmethode können nötig sein.)
- Für Bunt- und Leichtmetalle (Für Kupfer und Cu-Legierungen nur mit W-Elektrode)
- Für Al und Al-Legierungen (nur mit gerundeten Elektroden)
- Für verschiedene Metallkombinationen
- Eine der häufigsten robotisierter Schweißverfahren

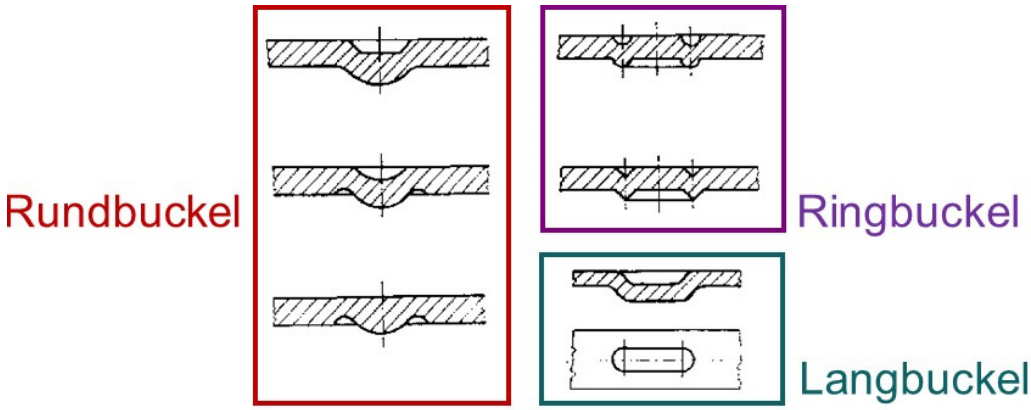
Buckelschweißen





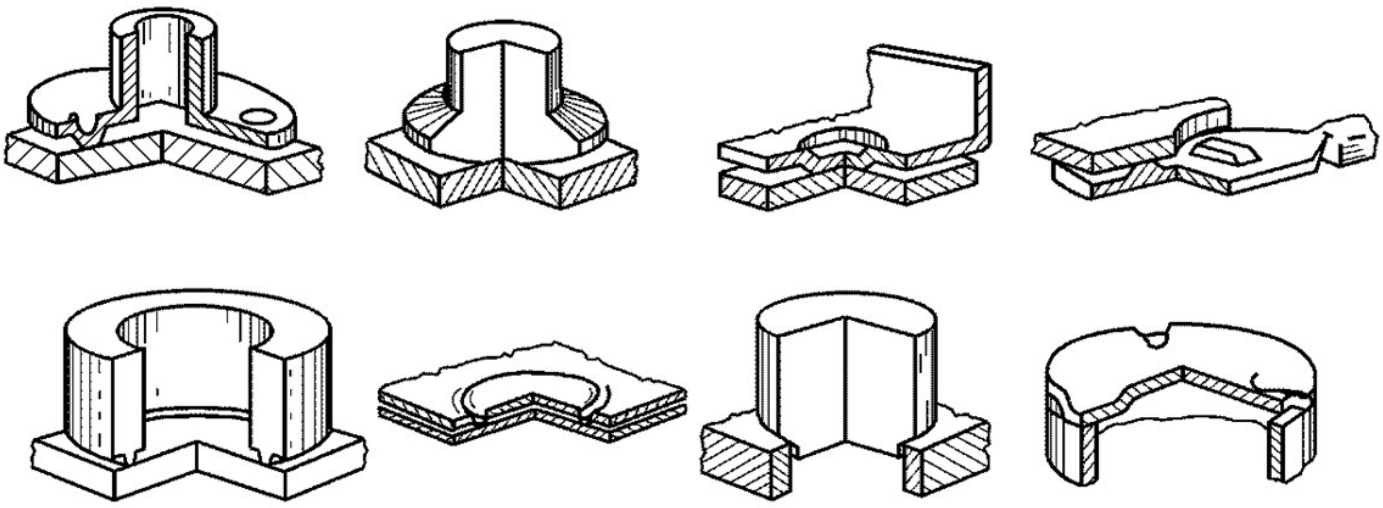
Prinzip: Different von Punktschweißen ist der Strom und der Druck von der Naturform oder der Kunstform (Buckel) der Werkstücke konzentriert (Großflächige Elektroden). An den Kontaktflächen wird der Buckel geschmolzen sein. Die geschmolzene Teilen werden in den Grat gedrückt. Die plastische Verformung bildet die Verbindung.

Buckelformen

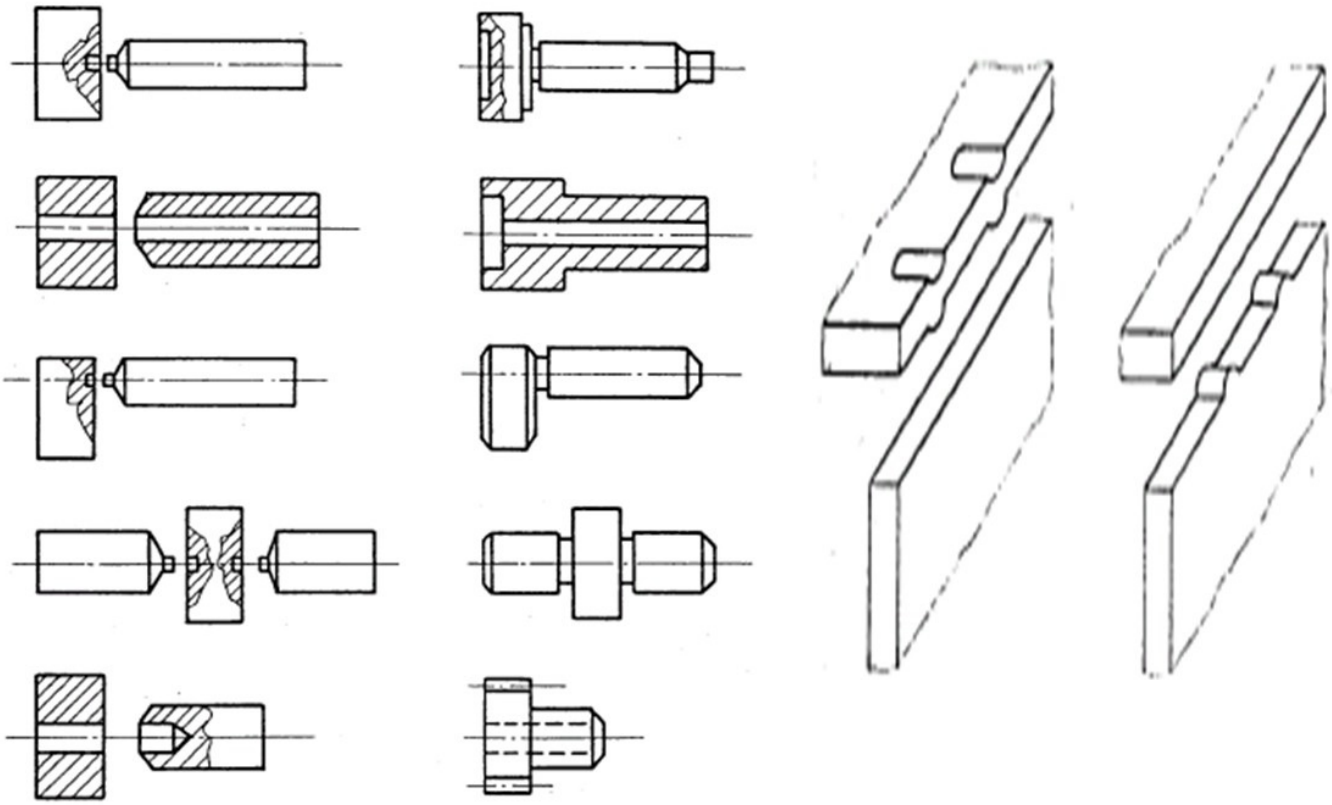


- Der Buckel soll so hergestellt sein, dass ein Wärmegleichgewicht am Platz des Schweißens gebildet wird. Der Buckel und das Kontaktmaterial soll sich gleichzeitig schmelzen.
- Der Buckel soll an der Seite gefertigt werden, wo die Werkstückmasse größer ist.
- Der Buckel soll an der Seite gefertigt werden, wo die Wärmeleitfähigkeit größer ist.
- Der Buckel soll an der Seite gefertigt werden, wo der Schmelzpunkt des Werkstücks größer ist.

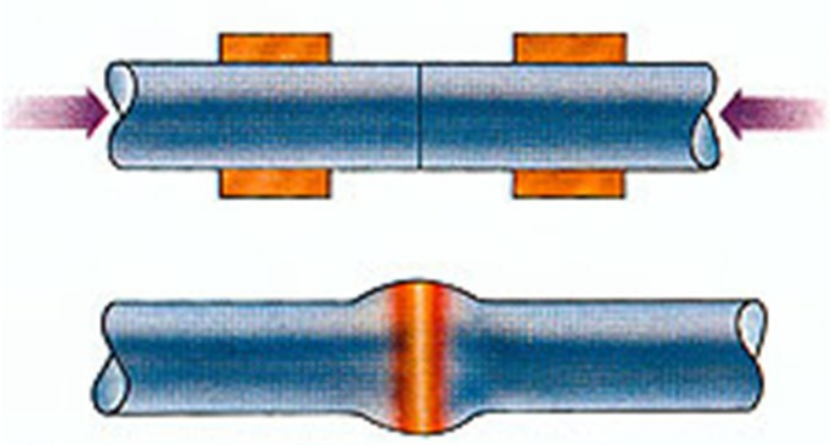
Typische Buckelverbindungen



Buckelschweißen ermöglicht viele Konstruktionsvereinfachungen

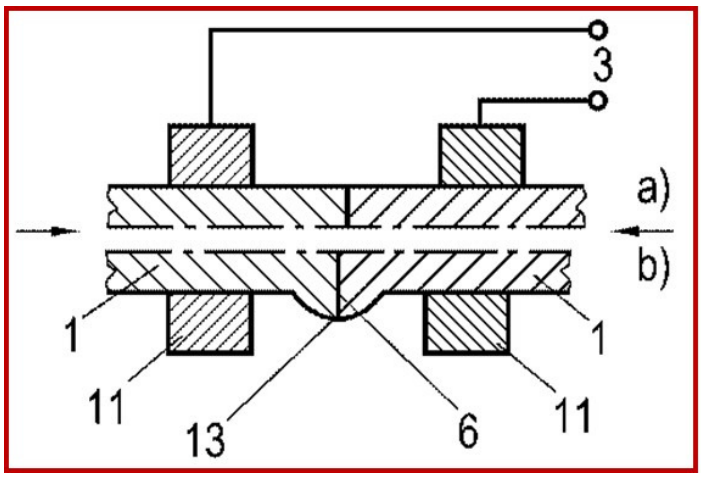


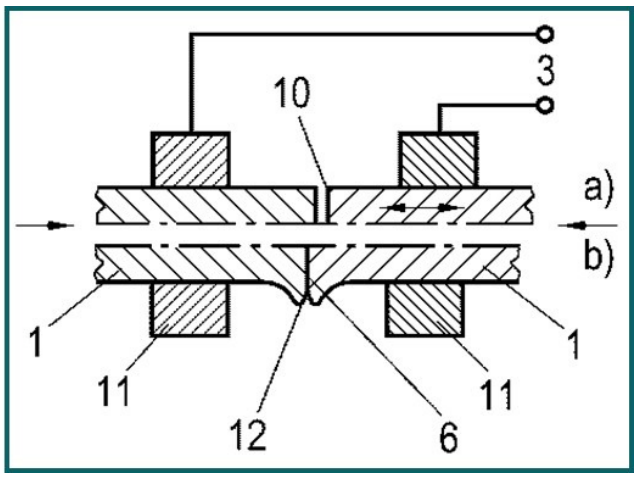
Widerstandsstumpfschweißen



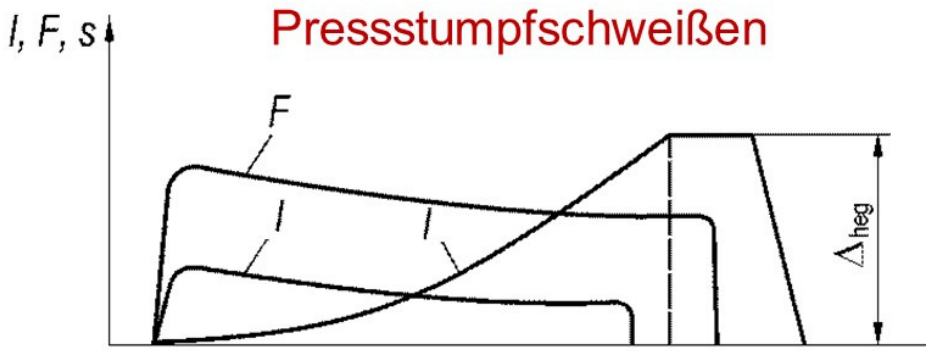
Prinzip: Der Strom, der durch die stumpf gedruckte Materialien fließt, erwärmt (manchmal auch schmilzt) die Kontaktflächen. Erhöht den Druck werden die Werkstücke zusammengepreßt. Die Verbindung ist durch plastische Verformung gebildet. (Die geschmolzene Teilen werden zum Grat gedrückt.)

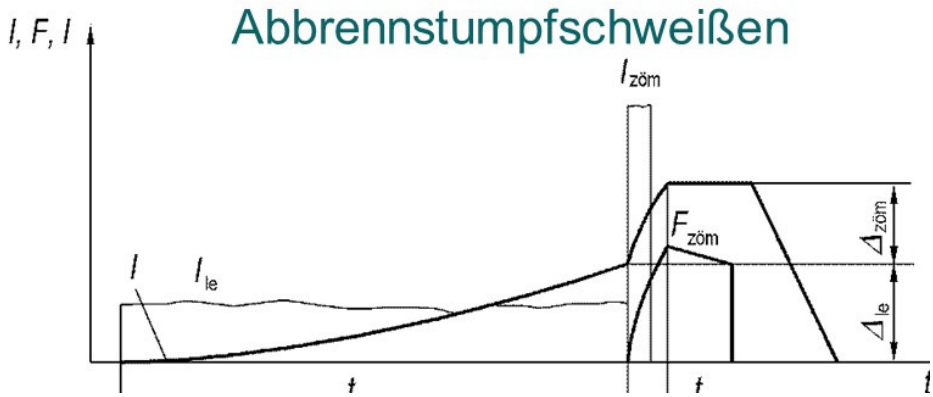
- Press-stumpfschweißen
- Abbrennstumpfschweißen





Vorwärmen / stückweise Abschmelzen

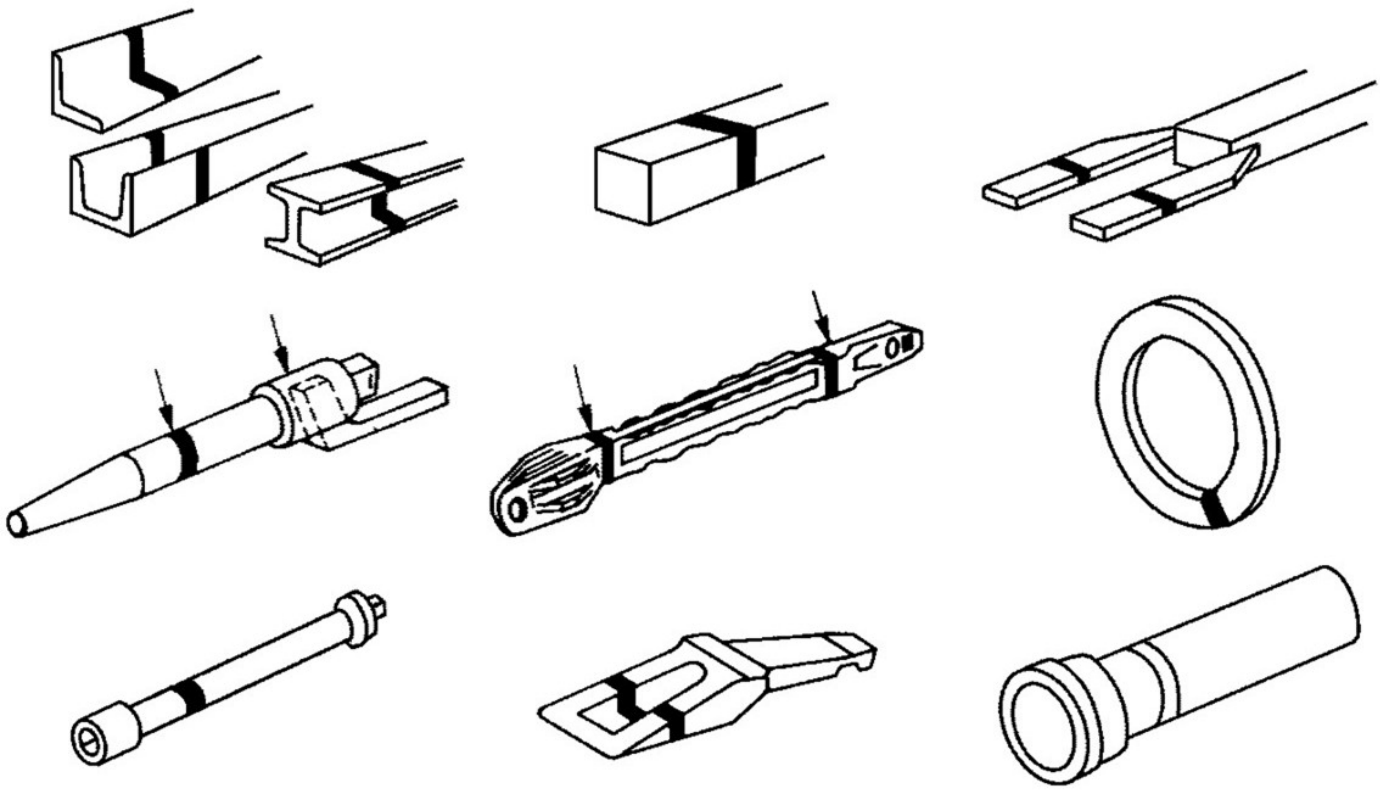




Anwendung des Stumpfschweißens

- Das Widerstandsstumpfschweißen ist anwendbar
  - Für alle Stahlarten
  - Auch für Kaltrissempfindliche Stähle
  - Für Bunt- und Leichtmetalle
  - Für verschiedene Materialpaare
- Für alle Bereiche der Industrie
- Für achsensymmetrische Teile
- Praktische Maßen des Presstumpfschweißens:
  - Stähle, Nickel: 0,3 … 20 mm
  - Kupfer: 0,3 … 14 mm
  - Al, Meßing, Bronze: 0,3 … 18 mm

Typische Bauteile mit Stumpfschweißverbindungen



Weitere Presschweißverfahren

- Diffusionsschweißen
- Lichtbogenpressschweißen Bolzenschweißen (Csaphegesztés)
  - Bolzenschweißen mit Hubzündung
  - Bolzenschweißen mit Spitzenzündung
  - Bolzenschweißen mit Ringzündung
- Pressschweißen mit magnetisch bewegtem Lichtbogen
- Kaltpressschweißen
- Sprengschweißen (robbantásos hegesztés)
- Ultraschallschweißen

Schweißenverfahren

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!